

SKRIPSI

**SMART BUDIDAYA JAMUR TIRAM DENGAN
PEMANTAUAN MENGGUNAKAN KOMPUTER
VISION**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

I Gede Bayu Parandika

NIM. 2115344031

**PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI BALI
2025**

ABSTRAK

Pertanian jamur tiram merupakan salah satu sektor agrikultur yang memiliki potensi ekonomi tinggi. Namun, proses pemantauan pertumbuhan jamur secara manual dinilai tidak efisien dan rentan terhadap kesalahan. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem pemantauan pertumbuhan jamur tiram berbasis komputer vision dan *Internet of Things* (IoT) dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pemantauan.

Sistem terdiri dari dua komponen utama: Industrial PC dan ESP32. Industrial PC digunakan untuk mengambil citra dari kamera atas dan bawah, yang kemudian diproses menggunakan model deteksi objek YOLOv5 untuk mendeteksi dan mengukur dimensi pertumbuhan jamur. Data yang diperoleh dikirim ke *Google Spreadsheet* dan digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Apabila jamur terdeteksi siap panen, sistem akan mengirimkan sinyal ke ESP32 untuk mematikan pompa penyiram. Selain itu, jika tidak ada pertumbuhan yang terdeteksi selama dua jam, sistem akan menyalakan kipas ventilasi guna memperbaiki kondisi lingkungan.

ESP32 digunakan untuk membaca data lingkungan seperti suhu, kelembapan, dan kadar CO₂ menggunakan sensor BME280 dan sensor CO₂. Data ini ditampilkan melalui LCD, aplikasi *Blynk*, dan juga dikirimkan ke *Google Spreadsheet*. Integrasi antara Industrial PC dan ESP32 menciptakan sistem monitoring otomatis yang cerdas dan *real-time*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi pertumbuhan jamur dengan tingkat rata-rata error yang kecil dengan nilai 0,229cm untuk tinggi dan 0,125 untuk lebar, serta melakukan kontrol aktuator (pompa dan kipas) secara otomatis berdasarkan data deteksi dan kondisi lingkungan. Sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi efektif dalam budidaya jamur tiram secara modern dan presisi.

Kata kunci: Jamur tiram, Computer vision, Internet of Things (IoT), YOLOv5, ESP32, Monitoring otomatis

ABSTRACT

Oyster mushroom cultivation is one of the agricultural sectors with high economic potential. However, manual monitoring of mushroom growth is considered inefficient and prone to errors. Therefore, this research designs and implements a mushroom growth monitoring system based on computer vision and the Internet of Things (IoT) to improve monitoring efficiency and accuracy.

The system consists of two main components: an Industrial PC and an ESP32. The Industrial PC is used to capture images from the top and bottom cameras, which are then processed using the YOLOv5 object detection model to detect and measure mushroom growth dimensions. The obtained data is sent to Google Spreadsheet and used as the basis for decision-making. When mushrooms are detected as ready for harvest, the system sends a signal to the ESP32 to turn off the irrigation pump. In addition, if no growth is detected within two hours, the system activates the ventilation fan to improve environmental conditions.

The ESP32 is used to read environmental data such as temperature, humidity, and CO₂ levels using a BME280 sensor and a CO₂ sensor. The data is displayed through an LCD, the Blynk application, and also sent to Google Spreadsheet. The integration between the Industrial PC and ESP32 creates an intelligent and real-time automated monitoring system. Test results show that the system is capable of detecting mushroom growth with a small average error rate of 0.229 cm for height and 0.125 cm for width, as well as automatically controlling actuators (pump and fan) based on detection data and environmental conditions. This system is expected to be an effective solution for modern and precision oyster mushroom cultivation.

Keywords: *Oyster mushroom, Computer vision, Internet of Things (IoT), YOLOv5, ESP32, Automated monitoring*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Teknik Budidaya Jamur Tiram.....	6
2.2.2 <i>Internet of Things (IoT)</i>	8
2.2.3 Komputer Vision.....	13
2.2.4 <i>Image Procesing</i>	14
2.2.5 <i>Image Detection</i>	14
2.2.6 Alat Pemantauan.....	15
2.2.7 <i>Google Spreadsheet (Data Logger)</i>	18
BAB III	19

METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Rancangan Alat Pemantauan	19
3.1.1 Rancangan <i>Software</i>	28
3.2 Pembuatan Alat	29
3.2.1 Pembuatan dan Pelatihan Dataset	29
3.2.2 Langkah Pembuatan Alat	30
3.2.3 Alat Dan Bahan.....	31
3.2.4 Pengujian Alat.....	33
3.3 Analisis Hasil Penelitian	34
3.4 Hasil Yang Diharapkan	36
BAB IV	37
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Implementasi Sistem	37
4.2 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	80
4.2.1 Analisa Implementasi Sistem.....	80
4.2.2 Analisa Pengujian Sistem	80
BAB V	82
KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 ESP32	9
Gambar 2. 2 Sensor BME280.....	9
Gambar 2. 3 LCD I2C 20x4	10
Gambar 2. 4 Relay.....	11
Gambar 2. 5 Pompa 12V DC.....	11
Gambar 2. 6 Trafo 12V.....	12
Gambar 2. 7 Sensor MH-Z19B	13
Gambar 2. 8 Hasil You Only Look Once (YOLO).....	15
Gambar 2. 9 <i>Industrial PC</i>	16
Gambar 2. 10 Kamera	17
Gambar 2. 11 Digital Video Recorder	17
Gambar 2. 12 Google Spreadsheet.....	18
Gambar 3.1 Sketsa Alat Pemantauan Menggunakan Industrial PC dan ESP32.....	19
Gambar 3.2 Rancangan Alat Pemantauan Pertumbuhan Jamur Tiram	21
Gambar 3.3 Bagian kanan Alat Pemantauan Pertumbuhan Jamur Tiram	21
Gambar 3.4 Bagian Kiri Alat Pemantauan Pertumbuhan Jamur Tiram	22
Gambar 3.5 Wiring Diagram ESP32 Dan Industrial PC	23
Gambar 3.6 Flowchart Sistem.....	26
Gambar 3.7 Blok Diagram	27
Gambar 3.8 Rancangan Aplikasi Blynk	29
Gambar 3.9 Deteksi Jamur Menggunakan YOLO	30
Gambar 3. 10 Flowchart Pembuatan Alat	31
Gambar 4.1 Panel Dan Penempatan Sensor	52
Gambar 4.2 Folder test, train, dan validasi.....	55
Gambar 4.3 Gambar Dari Dataset Yang Digunakan	56
Gambar 4.4 Gambar Yang Tersimpan Pada Folder Save_Frame	61
Gambar 4.5 Estimasi panen 4-5 hari lagi	71
Gambar 4.6 Estimasi panen 2-3 hari lagi	71
Gambar 4.7 Estimasi panen 1 hari lagi.....	72
Gambar 4.8 Siap Panen	72
Gambar 4.9 Notifikasi Jamur Siap Panen	77

Gambar 4.10 Notifikasi Jamur Rusak	78
Gambar 4.11 Google Spreadsheet ukuran jamur.....	78
Gambar 4.12 Google Spreadsheet Integrasi	79
Gambar 4. 13 Implementasi Alat Pada Sistem Vision.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Keterangan Wiring Diagram.....	23
Tabel 3.2 Tabel Penjelasan Pin Komponen	24
Tabel 3. 3 Alat yang digunakan.....	32
Tabel 3. 4 Bahan yang digunakan	32
Tabel 3.5 Pemantauan kinerja alat pada rumah jamur.....	34
Tabel 3.6 Pengujian koefisien validasi jumlah piksel dengan ukuran sebenarnya.....	35
Tabel 3.7 Dataset deteksi pertumbuhan jamur	35
Tabel 3.8 Integrasi Dekstop dan ESP32	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Kamera	88
Lampiran 2 Data Rumah Jamur Tiram hari 1	89
Lampiran 3 Data Rumah Jamur Tiram Hari Ke 2	90
Lampiran 4 Data Rumah Jamur Tiram Hari Ke 3	91
Lampiran 5 Pengaplikasian Alat Pada Rumah Jamur	92
Lampiran 6 Serah Terima Alat	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*) adalah salah satu jenis jamur yang banyak dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi, serta kaya akan nutrisi. Permintaan pasar yang terus meningkat membuat budidaya jamur tiram semakin diminati oleh petani dan konsumen. Selain itu, jamur tiram memiliki manfaat kesehatan seperti menangkal radikal bebas, menjaga kesehatan jantung, mengurangi resiko terkena diabetes, mencegah kanker, memperkuat daya tahan tubuh mencegah sembelit dan anemia [1].

Potensi produksi jamur sangat besar dan dapat menciptakan peluang bisnis. Budidaya jamur tiram juga mudah dilakukan bahkan dengan metode tanam ramah lingkungan jelas sangat bagus bagi kesehatan tubuh. Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia tingkat produksi jamur tiram di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 527.758 kg dan pada tahun 2023 terdapat kenaikan jumlah produksi jamur tiram di Indonesia menjadi 537.866 kg atau terdapat kenaikan produksi sebanyak 10.108 kg dalam satu tahun, hal ini menunjukkan peminat pasar terhadap jamur tiram yang kian meningkat setiap tahunnya [2].

Keberhasilan dalam budidaya jamur tiram sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, kelembapan, dan kadar karbon dioksida. Oleh karena itu, pengelolaan yang baik dan pemantauan pertumbuhan jamur menjadi sangat penting. Menurut kementerian pertanian rentang suhu yang dibutuhkan jamur tiram untuk tumbuh secara optimal yaitu 26 – 28°C, sedangkan kelembapan udara 80 – 90%. Jika faktor-faktor ini tidak terpenuhi, dapat menyebabkan berkurangnya panen dan bahkan berpotensi menyebabkan kegagalan panen. Selain itu aerasi merupakan hal yang sangat penting bagi pertukaran udara pada pengukurang tumbuh jamur, yaitu dengan mempertahankan persediaan oksigen (O_2) dan membuang karbon dioksida (CO_2), yang dimana kadar karbon dioksida (CO_2) yang ideal untuk pertumbuhan jamur tiram berkisar antara 800 hingga 1.500 ppm (*parts per million*). [3].

Saat ini, pemantauan pertumbuhan jamur tiram masih dilakukan secara manual oleh petani, yang memerlukan waktu, tenaga, dan keahlian khusus untuk memastikan setiap tahap pertumbuhan sesuai standar. Selain itu, perubahan cuaca yang tidak menentu, seperti lonjakan suhu mendadak atau penurunan kelembapan secara tiba-tiba, sering kali

membuat kondisi lingkungan di dalam kumbung jamur sulit untuk dikontrol dengan baik. Ketergantungan pada metode manual sering kali mengakibatkan kurang akuratan, jika dilakukan tanpa alat pengukur yang memadai, terutama ketika jumlah baglog yang dikelola cukup besar dan juga dapat memakan waktu dan tenaga. Hal ini dapat berdampak negatif pada produktivitas dan kualitas hasil panen. Tantangan ini semakin terasa di era modern, di mana efisiensi dan akurasi menjadi kunci keberhasilan usaha [4].

Untuk mengatasi ketergantungan petani pada metode manual, diperlukan sistem pemantauan yang lebih akurat dan otomatis guna mengoptimalkan kondisi pertumbuhan jamur. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah koordinasi antara metode pemantauan pertumbuhan jamur tiram menggunakan komputer vision dan pemantauan iklim pada rumah jamur, seperti suhu, kelembapan, dan kadar karbon dioksida, yang dimana sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam budidaya jamur. Suhu dan kelembapan yang tepat merupakan faktor kunci yang mempengaruhi pertumbuhan jamur. Dengan memantau kedua faktor, sistem dapat memberikan data yang akurat untuk mengatur kondisi lingkungan yang ideal. Dengan demikian, integrasi antara kedua metode ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan budidaya, tetapi juga memastikan bahwa jamur tumbuh dalam kondisi yang paling mendukung, sehingga meningkatkan hasil panen dan kualitas produk.

Kemajuan teknologi di bidang *Internet of Things* (IoT) dan komputer vision menawarkan solusi untuk mengatasi masalah ini. Dengan mengintegrasikan kamera dan algoritma pengolahan citra, sistem pemantauan otomatis dapat dikembangkan untuk mendeteksi pertumbuhan jamur tiram secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan pengambilan data visual yang dapat dianalisis untuk menentukan tingkat pertumbuhan jamur. Selain itu, integrasi dengan sistem IoT memungkinkan data yang dihasilkan dapat diakses melalui platform *blynk*, sehingga memudahkan petani dalam memantau kondisi budidaya kapan saja dan di mana saja [5].

Penggunaan teknologi komputer vision dalam pemantauan jamur tiram juga berpotensi meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya tenaga kerja. Sistem ini dapat menggantikan pengamatan manual yang memakan waktu, sehingga petani dapat lebih fokus pada aspek lain dari manajemen budidaya. Selain itu, data yang dihasilkan oleh sistem ini dapat menjadi dasar untuk pengambilan keputusan yang lebih tepat, seperti penyesuaian kondisi lingkungan untuk mendukung pertumbuhan yang optimal.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pemantauan pertumbuhan jamur tiram berbasis komputer vision yang terintegrasi dengan klematologi

pada rumah jamur yang memantau suhu, kelembapan dan juga kadar karbondioksida secara *real-time*. Dengan memanfaatkan kamera untuk menangkap citra jamur secara berkala dengan pengolahan citra untuk menganalisis tingkat pertumbuhan serta pengaturan klimatologi pada rumah jamur secara berkala, diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi petani dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen jamur tiram.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang pembudidayaan jamur tiram dimana faktor lingkungan suhu, kelembapan dan karbon dioksida dapat di kontrol sehingga menjamin pertumbuhan jamur secara optimal?
2. Bagaimana cara menentukan pertumbuhan jamur tiram dari informasi *visual* dengan waktu pertumbuhan?
3. Bagaimana cara mengkalibrasi dimensi pertumbuhan jamur yang didapat dari komputer vision dengan ukuran sebenarnya?
4. Bagaimana integrasi antara komputer vision dengan pertumbuhan jamur tiram?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah, batasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada jamur tiram (*Pleurotus ostreatus*).
2. Deteksi pertumbuhan jamur dilakukan menggunakan kamera sebagai perangkat pengambilan citra.
3. Sistem komputer vision hanya akan mendeteksi ukuran, bentuk, dan perubahan visual pada jamur tiram selama proses pertumbuhan.
4. Integrasi IoT terbatas pada pengiriman data dari perangkat ke platform monitoring.
5. Lingkup penelitian tidak mencakup aspek pemrosesan hasil panen atau distribusi.
6. Sisi didalam baglog (bibit jamur) sama persis untuk semua baglog, tidak melihat perbedaan pertumbuhan antar baglog.

7. Setiap alat yang terintegrasi harus terhubung pada jaringan yang sama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat merancang perangkat IoT yang terintegrasi untuk memantau pertumbuhan jamur tiram secara *real-time*.
2. Dapat mengembangkan perangkat pendeteksi otomatis pertumbuhan jamur tiram berbasis komputer vision.
3. Dapat mengkalibrasi dimensi pertumbuhan jamur tiram dengan komputer vision.
4. Dapat menganalisis keterkaitan pemantauan dan pertumbuhan jamur tiram agar mendapatkan hasil panen yang maksimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi petani jamur tiram, penelitian ini dapat menjadi solusi praktis untuk mempermudah pemantauan dan perawatan jamur tiram.
2. Secara akademis, penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang aplikasi komputer vision dan IoT di sektor agrikultur.
3. Secara umum, penelitian ini berkontribusi pada peningkatan produktivitas agrikultur dengan memanfaatkan teknologi modern.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pemantauan pertumbuhan jamur tiram yang telah dijelaskan pada Bab IV, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yang sesuai dengan rumusan masalah pada Bab I sebagai berikut:

1. Perancangan Sistem Pembudidayaan Jamur Tiram dengan Kontrol Faktor Lingkungan

Sistem pembudidayaan jamur tiram berhasil dirancang dengan kemampuan mengontrol faktor lingkungan berupa suhu, kelembapan, dan kadar karbon dioksida (CO_2) secara otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor BME280 serta sensor MHZ-19B. Sistem ini juga terintegrasi dengan tampilan LCD I2C dan aplikasi *Blynk* sebagai antarmuka monitoring, serta mencatat data ke *Google Spreadsheet* secara berkala. Dari hasil pengujian, sistem dapat menjaga suhu di kisaran $26\text{--}28^\circ\text{C}$, kelembapan di atas 80%, dan kadar CO_2 di bawah 1000ppm yang secara keseluruhan mendukung kondisi optimal untuk pertumbuhan jamur tiram. Sistem juga mampu melakukan respons otomatis seperti menyalakan kipas exhaust jika suhu dan CO_2 berada di luar batas optimal.

2. Pemantauan Pertumbuhan Jamur Tiram Berdasarkan Informasi Visual dan Waktu Pertumbuhan

Proses pemantauan pertumbuhan jamur dilakukan menggunakan metode komputer vision dengan model YOLOv5 yang diintegrasikan pada platform *Industrial PC*. Kamera IP digunakan untuk mengambil citra jamur tiram secara *real-time*. Dengan melakukan deteksi objek secara periodik, sistem mampu mengidentifikasi pertumbuhan jamur dan mengukur dimensinya (tinggi dan lebar). Informasi visual ini direkam secara rutin dalam interval waktu tertentu sehingga sistem dapat membandingkan data pertumbuhan antar waktu.

3. Kalibrasi Dimensi Pertumbuhan Jamur dari Komputer Vision dengan Ukuran Sebenarnya

Untuk memastikan keakuratan hasil pengukuran visual terhadap dimensi fisik jamur, dilakukan proses kalibrasi menggunakan referensi pengukuran manual. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata kekeliruan atau kesalahan pengukuran

dimensi cukup kecil, yaitu RMSE (*Root Mean Square Error*) untuk tinggi sebesar 0.229 cm dan lebar sebesar 0.125 cm. Nilai ini menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi yang tinggi dalam mengukur dimensi jamur. Dengan kekeliruan yang sangat kecil ini, sistem dapat diandalkan untuk pengukuran otomatis di lingkungan budidaya tanpa memerlukan intervensi manual secara terus menerus. Proses kalibrasi ini dilakukan dengan menggunakan objek referensi dan konversi piksel ke satuan panjang (cm) melalui metode pemetaan piksel dan regresi linear.

4. Integrasi Komputer Vision dengan Sistem Budidaya Jamur Tiram

Sistem integrasi antara komputer vision dengan mikrokontroler ESP32 berjalan dengan baik. Sistem deteksi pertumbuhan jamur yang dijalankan melalui *Industrial PC* dapat mengirim sinyal ke ESP32 untuk mengontrol perangkat keras. Jika komputer vision mendeteksi adanya jamur siap panen maka komputer vision akan mengirim sinyal ke ESP32 untuk mematikan pompa kabut dan jika komputer vision mendeteksi adanya jamur yang tidak bertumbuh kembali maka komputer vision akan mengirimkan perintah kembali menuju ESP32 untuk mengaktifkan kipas ventilasi untuk merangsang pertumbuhan jamur kembali, setelah itu jika jamur terdeteksi tidak ada pertumbuhan jamur yang terdeteksi dalam kurun waktu 6 jam atau 3 kali pendeteksian, sistem akan mengirimkan notifikasi di platform *blynk*. Selain itu, hasil pengolahan visual juga secara otomatis dicatat ke dalam *Google Spreadsheet*, sehingga memudahkan analisis jangka panjang. Integrasi ini menunjukkan bahwa kombinasi antara komputer vision dan IoT dapat menciptakan sistem monitoring pertumbuhan yang cerdas, efisien, dan mandiri.

5.2 Saran

Agar sistem yang telah dirancang dapat ditingkatkan dan dimanfaatkan lebih luas, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan lebih banyak titik kamera agar pengamatan pertumbuhan jamur menjadi lebih komprehensif dari berbagai sudut.
2. Performa model deteksi (YOLOv5) dapat ditingkatkan melalui pelatihan ulang dengan dataset yang lebih beragam untuk menghindari bias pada jenis jamur tertentu atau kondisi pencahayaan tertentu.

3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan pemantauan untuk serangga seperti tikus ataupun lalat.
4. Sistem dapat dikembangkan menjadi platform web atau mobile berbasis *cloud* agar petani dapat memantau pertumbuhan jamur kapan saja dan di mana saja.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aldokter, “8 Manfaat Jamur Tiram Bagi Kesehatan Tubuh,” Alodokter. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/mengulik-manfaat-jamur-tiram-dari-segi-kesehatan>
- [2] Badan Pusat Statistik, “Produksi Tanaman Sayuran Menurut Provinsi Dan Jenis Tanaman, 2023 - Tabel Statistik.” Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/zuhfd1jtzzjwvvpqwtjsv05xtllhvmhrsdfonffumdkjmw==/produksi-tanaman-sayuran-menurut-provinsi-dan-jenis-tanaman--2022.html?year=2023>
- [3] Kementrian Pertanian, “Standar Operasional Prosedur Budidaya Jamur Tiram.” Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://ppid.pertanian.go.id/doc/1/budidaya/budidaya%20jamur%20tiram.pdf>
- [4] H. Eteruddin, I. R. Dini, And F. Huda, “Pengaruh Suhu Dan Kelembapan Terhadap Produktivitas Jamur Tiram,” Vol. 18, 2024.
- [5] R. I. Umam, “Perancangan Smart Garden Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan Algoritma Fuzzy Logic Berbasis Internet Of Things,” Other, Uin Sunan Gunung Djati Bandung, 2022. Accessed: Jan. 31, 2025. [Online]. Available: <https://digilib.uinsgd.ac.id/49994/>
- [6] Abdul, Chindra, Zulfi, And P. Alam, “Perancangan Sistem Kontrol Suhu Dan Monitoring Serta Kelembapan Kumbung Jamur Tiram Menggunakan Mist Maker Berbasis Iot (Internet Of Thing),” *J. Process.*, Vol. 17, No. 2, Art. No. 2, Oct. 2022, Doi: 10.33998/Processor.2022.17.2.1231.
- [7] D. E. Saputra And A. F. Ibadillah, “Pengolahan Citra Digital Dalam Penentuan Panen Jamur Tiram,” *J. Tek. Elektro Dan Komput. Triac*, Vol. 6, No. 1, May 2019, Doi: 10.21107/Triac.V6i1.4356.
- [8] R. Indriani, “Teknik Pemeliharaan Jamur Tiram (*Pleurotus* Sp) Di Central Organic Farming Di Baratan, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember,” 2021.
- [9] “Buku Konsep Dasar Iot Fauzan.” Accessed: Feb. 02, 2025. [Online]. Available: <https://umpopress.umpo.ac.id/media/2022-02-02/konsep-dasar-internet-of-things/mobile/index.html>
- [10] I. Rifky, “Mikrokontroler Esp32,” Ur. Accessed: Feb. 01, 2025. [Online]. Available: <https://raharja.ac.id/2021/11/16/mikrokontroler-esp32-2/>
- [11] N. R. N. Azhiim And M. D. Atmadja, “Implementasi Sistem Monitoring Hvac Ruang Server Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Web (Studi Kasus Pada Pt. Rahajasa Media Internet Surabaya),” Vol. 9, 2019.
- [12] Y. C. Saghoa, “Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno,” Vol. 7, 2018.
- [13] A. B. Mt St, S. Winardi, And D. K. E. Susilo, *Interfacing Esp32*. Scopindo Media Pustaka, 2021.
- [14] E. Haryadi, A. Sidki, And B. D. Manurung, “Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Rtc,” *J. Ilm. Mhs. Kendali Dan List.*, Vol. 3, No. 1, Pp. 105–112, Jun. 2022, Doi: 10.33365/Jimel.V3i1.1737.

- [15] Putu Nopa Gunawan, "Power-Supply-Libre.Pdf." Accessed: Feb. 02, 2025. [Online]. Available: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/35085669/Power-Supply-Libre>.
- [16] N. A. Z. Putri, U. Ristian, And R. Hidayati, "Sistem Deteksi Dan Pemantauan Kualitas Udara Dalam Ruangan Berbasis Iot," *Jupit. J. Penelit. Ilmu Dan Teknol. Komput.*, Vol. 16, No. 2, Art. No. 2, Jun. 2024, Doi: 10.5281/Zenodo.12592552.
- [17] Karrupusamy, "A Sensor Based Iot Monitoring System For Electrical Devices Using Blynk Framework," *J. Electron. Inform.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 182–187, Aug. 2020, Doi: 10.36548/Jei.2020.3.005.
- [18] T. A. Dompeipen, "Penerapan Komputer Vision Untuk Pendeteksian Dan Penghitung Jumlah Manusia," Vol. 15, No. 4, 2023.
- [19] N. Puspita, "Aplikasi Pendeteksi Kelayakan Penukaran Uang Kertas Rupiah Menggunakan Fitur Canny Edge Detection, Fitur Histogram Hsv, Fitur Glcm Menggunakan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (Svm) Untuk Perangkat Android," *Publ. Tugas Akhir -1 Psti Ft-Unram*, Jul. 2020, Accessed: Feb. 12, 2025. [Online]. Available: <https://begawe.unram.ac.id/index.php/ta/article/view/189>
- [20] S. Enggari, A. Ramadhanu, And H. Marfalino, "Peningkatan Digital Image Processing Dalam Mendeskripsikan Tumbuhan Jamur Dengan Segmentasi Warna, Deteksi Tepi Dan Kontur," *J. Teknol. Dan Sist. Inf. Bisnis*, Vol. 4, No. 1, Art. No. 1, Jan. 2022, Doi: 10.47233/Jteksis.V4i1.358.
- [21] T. Diwan, G. Anirudh, And J. V. Tembhurne, "Object Detection Using Yolo: Challenges, Architectural Successors, Datasets And Applications," *Multimed. Tools Appl.*, Vol. 82, No. 6, Pp. 9243–9275, Mar. 2023, Doi: 10.1007/S11042-022-13644-Y.
- [22] L. Arief, F. Akbar, N. P. Novani, And I. Saputra, "Pengujian Kinerja Server Portable Berbasis Single Board Komputer (Sbc) Dalam Mendukung Kegiatan Pembelajaran," *J. Nas. Teknol. Dan Sist. Inf.*, Vol. 4, No. 2, Art. No. 2, Sep. 2018, Doi: 10.25077/Teknosi.V4i2.2018.98-106.
- [23] J. W. Jolles, "Broad-Scale Applications Of The Raspberry Pi: A Review And Guide For Biologists," *Methods Ecol. Evol.*, Vol. 12, No. 9, Pp. 1562–1579, 2021, Doi: 10.1111/2041-210X.13652.
- [24] R. Samsinar, G. G. Aditya, D. Almanda, F. Fadlioni, F. Amrulloh, And A. I. Ramadhan, "Sistem Pendeteksi Kurir Menggunakan Smart Closed Circuit Television (Cctv) Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Media Komunikasi Bot Telegram (Studi Kasus : Rumah Indekost)," *Resist. Elektron. Kendali Telekomun. Tenaga List. Komput.*, Vol. 6, No. 1, P. 47, May 2023, Doi: 10.24853/Resistor.6.1.47-54.
- [25] "Pan/Tilt Home Security Wi-Fi Camera." Accessed: Jan. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.tp-link.com/id/home-networking/cloud-camera/tapo-c200/>
- [26] A. Ahda, "Analisa Perbandingan Kinerja Cctv Dvr Dengan Cctv Portable Menggunakan Smartphone Android Secara Online," *J. Perenc. Sains Dan Teknol. Supersatek*, Vol. 1, No. 2, Art. No. 2, Dec. 2018.
- [27] Ririn Puspasari, "Pencatatan Material Stok & Non - Stok Berbasis Spreadsheet Google Sheets Pada Bagian Logistik Di Pt Pln (Persero) Unit Pelaksana Transmisi

Bali.” Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available:
https://Repository.Pnb.Ac.Id/12166/2/Rama_63411_2115713143_0022047003_0008126111_Part.Pdf