

SKRIPSI

**SISTEM OTOMASI PERTANIAN VERTIKAL
MENGUNAKAN PLC DAN INTERNET OF
THINGS**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh:

Putu Krisna Julia Perdana Kusuma

NIM. 2015344035

PROGRAM STUDI D4 TEKNIK OTOMASI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI BALI

2024

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI

SISTEM OTOMASI PERTANIAN VERTIKAL MENGUNAKAN PLC DAN INTERNET OF THINGS

Oleh :

Putu Krisna Julia Perdana Kusuma

NIM.2015344035

Skripsi ini telah melalui Bimbingan dan Pengujian Hasil, disetujui untuk

diujikan pada Ujian Skripsi

di

Program Studi D4 Teknik Otomasi

Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran, ~~11 September~~ 2024

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1,



I Wayan Teresna, S.Si., M.For
NIP.196912311997031010

Dosen Pembimbing 2



I Nyoman Kusuma Wardana, S.T., M.Eng., M.Sc.
NIP: 198609202015041004

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

SISTEM OTOMASI PERTANIAN VERTIKAL MENGUNAKAN PLC DAN INTERNET OF THINGS

Oleh

Putu Krisna Julia Perdana Kusuma

NIM.2015344035

Skripsi ini sudah melalui Ujian Skripsi pada tanggal 28 Agustus 2024,
dan sudah dilakukan Perbaikan untuk kemudian disahkan sebagai Skripsi
di

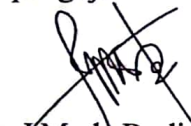
Program Studi D4 Teknik Otomasi


Jurusan Teknik Elektro - Politeknik Negeri Bali

Bukit Jimbaran 11. September 2024

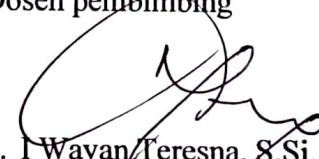
Disetujui oleh :

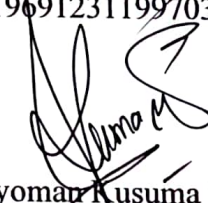
Tim penguji


1. Ir. I Made Budiada, M. Pd.
NIP. 196550609199231002


2. Ir. I Wayan Raka Ardana, M.T.
NIP. 196705021993031005

Dosen pembimbing


1. Ir. I Wayan Teresna, S.Si., M.For.
NIP. 196912311997031010


2. Ir. Nyoman Kusuma Wardana, S.T., M.Eng., M.Sc.
NIP. 198609202015041004

Diketahui Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Kadet Amerta Yasa, ST., MT.
NIP. 196809121995121001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa Skripsi dengan judul: **SISTEM OTOMASI PERTANIAN VERTIKAL MENGGUNAKAN PLC DAN INTERNET OF THINGS** adalah asli hasil karya saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah Skripsi ini tidak terdapat karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar di suatu perguruan tinggi, dan atau sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah Skripsi ini, dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, dengan ini saya menyatakan menarik Skripsi yang saya ajukan sebagai hasil karya saya.

Jimbaran 11. September.....2024

Yang menyatakan



PUTU KRISNA JULIA PERDANA KUSUMA
NIM.2015344015

ABSTRAK

Di lingkungan perkotaan yang padat, masyarakat menghadapi berbagai tantangan terkait dengan pemenuhan kebutuhan pangan, akses makanan, dan optimalisasi penggunaan sumber daya pangan. Keterbatasan lahan yang disebabkan oleh dominasi bangunan apartemen membuat bercocok tanam menjadi tantangan besar. Pertanian vertikal muncul sebagai solusi yang menjanjikan, terutama dalam konteks krisis ekonomi yang mempengaruhi ketersediaan pangan. Dengan memanfaatkan ruang yang terbatas untuk menanam sayuran, herba, dan buah-buahan secara vertikal, metode ini dapat meningkatkan produktivitas lahan yang terbatas. Namun, aktivitas masyarakat perkotaan yang padat dan cepat menjadi hambatan dalam pelaksanaan praktik pertanian vertikal yang optimal. Oleh karena itu, penerapan sistem kontrol dan monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi kunci. Penggunaan Programmable Logic Controller (PLC) dan ESP32 memungkinkan otomatisasi proses seperti penyiraman, pemupukan, dan pemantauan kualitas air, yang dapat diakses dan dikendalikan melalui aplikasi seluler. Hal ini memberikan fleksibilitas bagi petani perkotaan dengan jadwal sibuk untuk tetap terlibat dalam pertanian vertikal tanpa kehadiran fisik, sehingga mendukung keberlanjutan pertanian di lingkungan perkotaan.

Kata Kunci : Pertanian vertical, *Internet of Things* (IoT), PLC (*Programmable Logic Controller*), ESP32, Pertanian perkotaan, *Sistem monitoring*.

ABSTRACT

In densely populated urban environments, communities face various challenges related to food security, access to food, and the optimization of food resource utilization. Limited land availability due to the dominance of apartment buildings makes urban farming a significant challenge. Vertical farming emerges as a promising solution, especially in the context of economic crises affecting food availability. By utilizing limited space to grow vegetables, herbs, and fruits vertically, this method can enhance the productivity of constrained urban areas. However, the fast-paced and busy nature of urban life hinders the optimal practice of vertical farming. Therefore, the implementation of Internet of Things (IoT)-based control and monitoring systems becomes a key solution. The use of Programmable Logic Controllers (PLC) and ESP32 enables the automation of processes such as irrigation, fertilization, and water quality monitoring, which can be accessed and controlled via mobile applications. This provides flexibility for urban farmers with busy schedules to remain involved in vertical farming without the need for physical presence, thereby supporting the sustainability of urban agriculture.

Keywords : *Vertical farming, Internet of Things (IoT), ESP32, Urban agriculture, Monitoring systems*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis haturkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atau Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, yang telah memandu penulis dalam penyusunan dan penyelesaian Proposal Skripsi dengan judul "Sistem Otomasi Pertanian Vertikal Menggunakan PLC dan Internet of Things". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi akhir Program Pendidikan Diploma IV Teknik Otomasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali.

Dalam proses penulisan Skripsi ini, penulis menghadapi beberapa kendala yang berhasil diatasi dengan baik, berkat bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.eCom., selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. Kadek Amerta Yasa, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.
3. Ibu Putri Alit Widyastuti Santiary, S.T., MT. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Otomasi Politeknik Negeri Bali
4. Bapak I Wayan Teresna, S.Si., M.For selaku Dosen Pembimbing 1, yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
5. Bapak I Nyoman Kusuma Wardana, S.T., M.Eng., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2, yang memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Skripsi.
6. Seluruh dosen Program Studi Teknik Otomasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan selama kegiatan perkuliahan.
7. Keluarga, teman-teman kelas VIII A Teknik Otomasi, dan semua pihak yang turut membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Bukit Jimbaran, September 2024

Putu Krisna Julia Perdana Kusuma

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA SKRIPSI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Pertanian Vertikal	6
2.2.2 Tanaman Pakcoy.....	7
2.2.3 PLC Outseal.....	7
2.2.4 ESP32.....	8
2.2.5 Sensor <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	9
2.2.6 Sensor Suhu DS18B20.....	10
2.2.7 Sensor Ultrasonik.....	11
2.2.8 Sensor pH.....	12
2.2.9 LCD Oled 128x64.....	13
2.2.10 Modul Relay	14
2.2.11 Pompa Air	15
2.2.12 <i>Internet of Things</i> (IoT)	16

2.2.13	Kodular	17
2.2.14	Firestore	17
BAB III METODE PENELITIAN		19
3.1	Metode Penelitian.....	19
3.2	Rancangan Sistem	20
3.2.1	Rancangan <i>Hardware</i>	20
3.2.2	Rancangan <i>Software</i>	26
3.3	Pembuatan Alat	28
3.3.1	Langkah Pembuatan Alat.....	28
3.3.2	Alat Dan Bahan.....	28
3.4	Pengujian Analisis Hasil Penelitian	29
3.5	Analisis Data	31
3.6	Hasil Yang Diharapkan	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Hasil Implementasi.....	33
4.1.1	Implementasi <i>Hardware</i>	33
4.1.2	Implementasi <i>Software</i>	35
4.2	Hasil Pengujian Sistem	52
4.2.1	Pengujian Alat.....	52
4.2.2	Pengujian LCD OLED 128x64.....	56
4.2.3	Pengujian Firestore dan Aplikasi.....	56
4.2.4	Pengujian Parameter Yang Diamati.....	57
4.2.5	Pengujian Alat Otomasi Pertanian Vertikal.....	61
4.3	Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian.....	63
4.3.1	Analisa Implementasi Sistem.....	63
4.3.2	Analisa Pengujian Sistem	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN.....		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Pertanian Verikal[7]	6
Gambar 2. 2 Tanaman Pakcoy	7
Gambar 2. 3 PLC Outseal[8].....	8
Gambar 2. 4 ESP32	9
Gambar 2. 5 Sensor Total Dissolve Solid (TDS)	10
Gambar 2. 6 Sensor Suhu DS18B20[11]	11
Gambar 2. 7 Sensor Ultrasonik	11
Gambar 2. 8 Sensor pH	13
Gambar 2. 9 LCD Oled 128x64[15].....	14
Gambar 2. 10 Modul Relay[17]	15
Gambar 2. 11 Pompa Air.....	15
Gambar 2. 12 Internet of Things (IoT)[20]	16
Gambar 2. 13 Kodular[22]	17
Gambar 2. 14 Firebase[24].....	18
Gambar 3. 1 Diagram Aliran Penelitian.....	19
Gambar 3. 2 Blok Diagram Perancangan Perangkat.....	21
Gambar 3. 3 Wiring Diagram Perancangan Perangkat	21
Gambar 3. 4 Flowchart Sistem.....	24
Gambar 3. 5 Rancangan Panel Box.....	25
Gambar 3. 6 Rancangan Alat Sistem Otomasi Pertanian Vertikal.....	25
Gambar 3. 7 Contoh Rancangan Database pada Firebase.....	26
Gambar 3. 8 Rancangan Tampilan Aplikasi	27
Gambar 3. 9 Rancangan Tampilan Utama Aplikasi.....	27
Gambar 4. 1 Tampilan Implementasi Hardware	33
Gambar 4. 2 Tampilan Implementasi Box Panel	34
Gambar 4. 3 Implementasi Perakitan Komponen Elektronika.....	34
Gambar 4. 4 Implementasi Firebase.....	35
Gambar 4. 5 Implementasi Aplikasi.....	35
Gambar 4. 6 Library pada ESP32.....	36
Gambar 4. 7 Firebase dan WI-FI Configuration	37
Gambar 4. 8 Inisialisasi Layar OLED dengan Adafruit SSD1306	37
Gambar 4. 9 Pin Konfiguration Program	38

Gambar 4. 10	Program Pengukuran dan Kalibrasi TDS, pH, Serta Kontrol Pompa	38
Gambar 4. 11	Wi-Fi Connection Function.....	40
Gambar 4. 12	Fungsi Pengiriman Data ke Firebase.....	41
Gambar 4. 13	Program Inisialisasi Untuk Sistem Kontrol Otomatis pada ESP32.....	42
Gambar 4. 14	Program Sistem Kontrol Otomatis	46
Gambar 4. 15	Program Pengukuran Dan Kalibrasi TDS	47
Gambar 4. 16	Tampilan Database	48
Gambar 4. 17	Library Firebase	48
Gambar 4. 18	Token Auth Firebase	49
Gambar 4. 19	Blok Kode Halaman Pertama	49
Gambar 4. 20	Blok Kode Login	50
Gambar 4. 21	Blok Kode Untuk Menampilkan Data Firebase	50
Gambar 4. 22	Program Kontrol Pompa Penyiraman.....	51
Gambar 4. 23	Kondisi Pompa Penyiraman Mati.....	52
Gambar 4. 24	Kondisi Pompa Penyiraman Hidup	52
Gambar 4. 25	Kondisi Pompa pH Up Hidup	53
Gambar 4. 26	Kondisi Pompa pH Down Hidup.....	53
Gambar 4. 27	Kondisi Pompa Nutrisi Hidup	54
Gambar 4. 28	Kondisi Pompa Nutrisi Mati.....	55
Gambar 4. 29	Kondisi Suhu Air Biasa.....	55
Gambar 4. 30	Kondisi Suhu Air Hangat	56
Gambar 4. 31	Hasil Pengujian LCD OLED	56
Gambar 4. 32	Hasil Pengujian Firebase dan Aplikasi.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Penjelasan Pin Power ESP32	22
Tabel 3. 2 Penjelasan Pin Sensor ke ESP32.....	22
Tabel 3. 3 Penjelasan Pin OLED ke ESP32.....	22
Tabel 3. 4 Penjelasan Pin Step Up dan Power Supply	22
Tabel 3. 5 Penjelasan Power PLC Outseal.....	23
Tabel 3. 6 Penjelasan Pin Relay	23
Tabel 3. 7 Penjelasan Rangkaian Pompa	24
Tabel 3. 8 Alat-Alat Keperluan.....	28
Tabel 3. 9 Komponen Pembuatan Alat	28
Tabel 3. 10 Perangkat Lunak Yang Digunakan	29
Tabel 3. 11 Pengujian Sensor Total Dissolve Solid (TDS).....	30
Tabel 3. 12 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	30
Tabel 3. 13 Pengujian Sensor pH.....	31
Tabel 3. 14 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	31
Tabel 3. 15 Pengujian Alat.....	32
Tabel 4. 1 Pengujian Sensor TDS (Total Dissolve Solid).....	58
Tabel 4. 2 Pengujian Sensor DS18B20	58
Tabel 4. 3 Pengujian Sensor pH.....	59
Tabel 4. 4 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	61
Tabel 4. 5 Pengujian Alat Otomasi Pertanian Vertikal	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di lingkungan perkotaan yang padat, masyarakat sering menghadapi sejumlah masalah, termasuk kesulitan dalam memenuhi kebutuhan pangan, akses terhadap makanan, dan optimalisasi penggunaan sumber daya pangan. Dengan dominannya bangunan di perkotaan berupa apartemen, lahan yang tersedia bagi masyarakat perkotaan menjadi sangat terbatas, sehingga bercocok tanam menjadi tantangan yang besar. Saat menghadapi krisis ekonomi yang mempengaruhi ketersediaan pangan, pentingnya pertanian vertikal semakin menonjol sebagai alternatif yang menjanjikan.

Dengan menerapkan sistem penanaman secara vertikal, pertanian ini dapat mengoptimalkan ruang yang terbatas untuk pertumbuhan berbagai jenis tanaman, termasuk sayuran, herba, dan buah-buahan[1]. Namun demikian, aktivitas masyarakat perkotaan yang sangat padat dan serba cepat dapat menghambat kemampuan untuk melakukan praktik pertanian vertikal. Perawatan tanaman memerlukan perhatian khusus untuk pertumbuhan yang optimal [2]. Dengan terhambatnya kemampuan pertanian vertikal akibat dari aktivitas masyarakat perkotaan yang padat dan cepat, maka sistem kontrol dan *monitoring* berbasis *Internet of Things* pada pertanian vertikal menjadi solusi utama, sehingga menjadi jawaban bagi masyarakat perkotaan yang terhalang oleh pekerjaan.

Penggunaan PLC (*Programmable Logic Controller*) dan ESP32 memegang peran penting dalam mengatasi tantangan pertanian vertikal di lingkungan perkotaan yang padat. PLC memungkinkan otomatisasi berbagai proses pertanian, seperti penyiraman tanaman, pemupukan, dan pemantauan kualitas air. Dengan integrasi PLC dan IoT, petani perkotaan dapat mengendalikan dan memantau secara langsung melalui aplikasi seluler. Hal ini mengurangi intervensi manual dan memberikan fleksibilitas bagi petani yang memiliki jadwal sibuk untuk tetap terlibat dalam pertanian vertikal tanpa harus hadir secara fisik.

Oleh karena itu, Penulis merancang penelitian ini untuk menerapkan *Internet of Things* dalam pertanian vertikal dengan sistem kontrol dan *monitoring* dari jarak jauh melalui *smartphone*. Sistem ini akan membantu memantau kualitas dan level air seperti tingkat nutrisi, pH air, suhu air, dan level air dalam bak secara *real-time*. Sistem ini juga

diharapkan membantu melestarikan lingkungan perkotaan agar lebih hijau dan berkelanjutan, sambil mengurangi ketergantungan pada impor pangan dan meningkatkan ketersediaan pangan lokal. Dengan hasil yang diharapkan dapat memberikan sumbangan penting dalam kemajuan pertanian berkelanjutan. Untuk kedepannya diharapkan pemakaian dari sistem ini dapat dimanfaatkan untuk bahan pendidikan serta dapat diaplikasikan dalam bidang otomasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat sistem otomasi pertanian vertikal menggunakan PLC dan *Internet of Things*?
2. Bagaimana alat yang dirancang dapat diintegrasikan ke sistem *Internet of Things*?
3. Bagaimana hasil pengukuran dapat disimpan ke database dan ditampilkan melalui aplikasi Kodular?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghasilkan penelitian yang sesuai dengan yang diharapkan dan tidak keluar dari masalah yang muncul, diperlukan batasan masalah untuk penelitian sesuai judul. Batasan masalah yang ada di dalam penelitian yaitu:

1. Dalam penelitian ini fokus pada perancangan alat sistem otomasi pertanian vertikal.
2. Dalam penelitian ini penulis menggunakan PLC Outseal dan ESP32 sebagai platform kontrol dalam sistem otomasi pertanian vertikal.
3. Dalam penelitian ini menggunakan koneksi Wi-Fi untuk menghubungkan *Internet of Things* (IoT) dengan jaringan internet.
4. Dalam penelitian ini penulis menggunakan sensor *Total Dissolve Solid* (TDS), sensor suhu DS18B20, sensor pH, sensor Ultrasonik sebagai pengukur parameter.
5. Dalam penelitian ini penulis menggunakan tanaman pokcoy sebagai percobaan.
6. Dalam Penelitian ini fokus pada perancangan alat monitoring dan kontrol volume wadah larutan penyiraman dan campuran nutrisi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini berdasarkan uraian dari latar belakang dan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Dapat merancang sistem kontrol dan *monitoring* pertanian vertikal menggunakan PLC dan *Internet of Things*.
2. Dalam penelitian ini, alat yang dirancang dapat ditergrasikan ke sistem *Internet of Things*.
3. Dapat membangun sistem kontrol dan *monitoring* dengan menggunakan *smartphone*.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari diadakannya penelitian ini, yaitu:

a. Manfaat aplikatif

Membantu masyarakat atau petani memantau kualitas dan level air dari jarak jauh.

b. Manfaat akademik

Mengembangkan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam konteks pertanian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem Otomasi Pertanian Vertikal menggunakan PLC dan *Internet of Things*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem ini berhasil dirancang untuk secara otomatis mengontrol dan memantau kondisi serta kualitas air dalam pertanian vertikal. Alat ini dapat mendeteksi dan mengkategorikan kondisi air berdasarkan parameter seperti pH, suhu, TDS, dan ketinggian air, serta secara otomatis mengaktifkan pompa penyiraman, nutrisi, dan pengatur pH ketika dibutuhkan. Fleksibilitas sistem dalam memantau kondisi air, baik langsung maupun melalui *platform monitoring* online, telah terbukti efektif.
2. Data yang dikirimkan oleh sistem ke server penyimpanan seperti Firebase terbukti sangat akurat secara *real-time*. Ini memastikan bahwa informasi yang disajikan kepada pengguna melalui *platform monitoring* selalu *up-to-date* dan dapat diandalkan, memberikan pengguna kendali penuh atas pengelolaan air dalam sistem pertanian vertikal.
3. Pompa dan perangkat pengendali kualitas air yang telah dikembangkan berhasil mempertahankan kualitas air sesuai dengan ekspektasi dan tujuan sistem. Penggunaan perangkat ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan kualitas air, mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat, dan menjaga kondisi ideal dalam lingkungan pertanian vertikal. Respon cepat perangkat dalam mengatur kondisi air menunjukkan efisiensi yang tinggi, menjadikannya solusi yang andal untuk memastikan kualitas air tetap optimal dan mendukung hasil pertanian yang maksimal.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah diuraikan, ada beberapa saran untuk perbaikan dan pengembangan sistem di masa depan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan peningkatan kualitas sensor yang digunakan untuk memantau kondisi air agar mencapai akurasi yang lebih tinggi dan lebih stabil terhadap kesalahan pengukuran.

2. Implementasikan sistem peringatan berbasis *notifikasi* atau pesan teks yang dapat memberi tahu pengguna secara langsung jika ada masalah atau perubahan kritis dalam kondisi air yang memerlukan perhatian segera.
3. Mengembangkan kemampuan sistem untuk memonitor dalam skala yang lebih besar dan di berbagai lingkungan. Hal ini dapat dilakukan dengan menambah jumlah sensor atau memperluas jangkauan *platform monitoring*.
4. Teruskan pengembangan teknologi pada perangkat pengendali seperti pompa dan sistem pengatur pH untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitasnya. Fokuskan pada peningkatan daya kerja perangkat serta pengurangan konsumsi energi untuk operasional yang lebih berkelanjutan.

Dengan menerapkan saran-saran ini, diharapkan sistem kontrol dan pemantauan pertanian vertikal Anda dapat berkembang menjadi lebih efisien, akurat, dan dapat diandalkan, memenuhi tujuan yang telah ditetapkan dan mendukung hasil pertanian yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mohammad Rachman Waluyo, “Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo,” *IKRAITH-ABDIMAS*, vol. Vol 4 No 1, pp. 1–4, 2021.
- [2] Muhammad Irfan Abriyantoro, “RANCANG BANGUN PROTOTIPE RUMAH KACA PINTAR BERBASIS Iot (INTERNET OF THINGS) UNTUK BUDIDAYA TANAMAN TOMAT,” *Institut Teknologi Sepuluh november*, pp. 1–102, 2020.
- [3] W. Kurniawan, A. Wibowo, and D. Rudhistiar, “Implementasi Iot Pada Vertical Garden Dengan Menggunakan Fuzzy Untuk Memelihara Tanaman Kangkung(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika),” 2021.
- [4] T. A. Zuraiyah, M. I. Suriansyah, and A. Pakhrizal Akbar, “Smart Urban Farming Berbasis Internet Of Things (IoT),” *Information Management For Educators And Professionals*, vol. 3, no. 2, pp. 139–150, 2019.
- [5] D. R. Wati and W. Sholihah, “Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino,” *MULTINETICS*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, Mar. 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.
- [6] D. O. S. Kuswarini Sulandjari1, “Inovasi Dalam Pertanian Berkelanjutan di Kabupaten Sukabumi: Dari Pertanian Vertikal hingga Bioinformatika Pertanian Mewujudkan Sumber Pangan yang Lebih Berkelanjutan,” *Jurnal Multidisiplin West Science*, vol. Vol. 02, No. 09, no. pp. 780-789, pp. 1–10, 2023.
- [7] “Contoh Pertanian Vertikal”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: https://www.alibaba.com/product-detail/2020-lyine-new-vertical-led-growing_60730259008.html
- [8] A. Bakhtiar and B. E. Pertama, “Panduan Dasar Outseal Plc,” 2019. [Online]. Available: www.outseal.com
- [9] E. W. Pratama and A. Kiswantono, “Electrical Analysis Using ESP-32 Module In Realtime,” *JEECS (Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences)*, vol. 7, no. 2, pp. 1273–1284, Jan. 2023, doi: 10.54732/jeeecs.v7i2.21.
- [10] Muhammad Athma Farhan, “Rancang Bangun Smart Farming Hidroponik Menggunakan Sensor Ph, Total Dissolved Solids, Dan Temperatur,” *Institut Teknologi Sepuluh november*, pp. 5–191, 2020.
- [11] “Sensor Suhu DS18B20”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://shopee.co.id/Sensor-Suhu-DS18B20-Waterproof-Temperature-Probe-Sensor-i.906610.109624956>

- [12] A. T. Kalbii and N. Kholis, “Monitoring Level Air Pada Tambak Udang Dengan Sensor Ultrasonic Berbasis Internet Of Things (Iot) 433 Monitoring Level Air Pada Tambak Udang Dengan Sensor Ultrasonic Berbasis Internet Of Things (Iot).”
- [13] Yuri Rahmanto, “Sistem Monitoring Ph Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno,” 2020.
- [14] Nurul Huda, “Kendali Jarak Aman Penggunaan Perangkat (Gadget) Komputer Atau Laptop,” *JURNAL CAHAYA BAGASKARA*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [15] “LCD Oled 128x64”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.majju.pk/product/oled-0-96-inch-display-ssd1306-oled-i2c-128x64-display/>
- [16] M. Saleh and M. Haryanti, “Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay,” *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 8, no. 3, pp. 1–6, 2017.
- [17] “Modul Relay”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://store.fut-electronics.com/products/relay-module-1-channels-5v>
- [18] Muh. Firdaus Adhan, “Prototype Sistem Otomasi Pompa Air Pada Pengadaan Air Minum Swadaya Masyarakat Kompleks Pemda Manggala Makassar,” 2019.
- [19] Yoyon Efendi, “Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile,” *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>
- [20] “Internet of Things (IoT)”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://itbox.id/blog/iot-adalah-pengertian-manfaat-serta-komponen-lengkapny/>
- [21] N. I. Umi Kholifah, “Pelatihan Membangun Aplikasi Mobile Menggunakan Kodular Untuk Siswa Smpn 1 Selorejo,” 2022.
- [22] “Kodular”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.facebook.com/groups/304967576792790/>
- [23] A. A. , D. Edwin Adrin Wihelms Sanadi*1, “Pemanfaatan Realtime Database di Platform Firebase Pada Aplikasi E-Tourism Kabupaten Nabire,” *Jurnal Penelitian Enjiniring*, vol. 22, no. 1, pp. 1–7, May 2018, doi: 10.25042/jpe.052018.04.
- [24] “Firebase”, Accessed: Mar. 27, 2024. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/firebase-introduction/>

LAMPIRAN

Proses Pembuatan Alat

