

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN SISTEM *MONITORING* DAN
KONTROL AEROPONIK OTOMATIS PADA
TANAMAN SELADA**



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh :

I Putu Mahesa Yoga Pratama

NIM. 2115344024

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

ABSTRAK

Sistem monitoring dan kontrol aeroponik otomatis pada tanaman selada ini dirancang untuk mengatur penyemprotan larutan nutrisi dan menjaga kondisi lingkungan tumbuh secara optimal. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali, dengan sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembapan udara serta sensor VL53L0X untuk mengukur ketinggian air pada tangki nutrisi. Data pembacaan ditampilkan secara real-time pada LCD I2C 20x4, disimpan otomatis pada *Google Spreadsheet* sebagai *data logger*, dan dapat diakses melalui aplikasi Blynk untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Pompa penyemprot dan kipas *exhaust* dikendalikan melalui modul relay berdasarkan ambang batas suhu dan kelembapan yang telah ditentukan, dengan mode operasi manual maupun otomatis. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kelembapan dan suhu dalam rentang ideal bagi pertumbuhan selada, serta mengatur interval penyemprotan secara efisien tanpa pemborosan air dan nutrisi. Sistem juga memberikan respon cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, bekerja stabil selama pengujian, dan mempermudah pengguna dalam memantau serta mengontrol proses budidaya dari jarak jauh. Penerapan teknologi IoT pada sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, mengurangi intervensi manual, dan berpotensi diterapkan pada pertanian perkotaan maupun rumah tangga untuk mendukung produksi pangan berkelanjutan.

Kata kunci: Aeroponik otomatis, ESP32, Blynk, Sensor VL53L0X, Tanaman Selada, Monitoring dan Kontrol Otomatis.

ABSTRACT

The automatic aeroponic monitoring and control system for lettuce plants is designed to regulate nutrient solution spraying and maintain optimal growing conditions. The system uses an ESP32 microcontroller as the central controller, with a DHT22 sensor to monitor air temperature and humidity, and a VL53L0X sensor to measure the water level in the nutrient tank. Sensor readings are displayed in real time on a 20x4 I2C LCD, automatically stored in Google Spreadsheet as a data logger, and accessible through the Blynk application for remote monitoring and control. The spray pump and exhaust fan are controlled via a relay module based on predefined temperature and humidity thresholds, with both manual and automatic operating modes. Testing showed that the system can maintain humidity and temperature within the ideal range for lettuce growth and manage spraying intervals efficiently without wasting water or nutrients. The system also responds quickly to environmental changes, operates stably during testing, and facilitates users in remotely monitoring and controlling the cultivation process. The implementation of IoT technology in this system has proven to improve resource efficiency, reduce manual intervention, and has the potential to be applied in urban and household agriculture to support sustainable food production.

Keywords: *Automatic Aeroponic, ESP32, Blynk, VL53L0X Sensor, Lactuca sativa, Automatic Monitoring and Control.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.5.1 Manfaat Akademik.....	4
1.5.2 Manfaat Aplikatif.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Sebelumnya	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 <i>Internet Of Things</i> (IOT).....	6
2.2.2 Sistem Aeroponik.....	7
2.2.3 Aplikasi <i>Blynk</i>	8
2.2.4 <i>Power Supply</i> 12V	9
2.2.5 <i>Stepdown</i>	9
2.2.6 Mikrokontroler ESP 32.....	10
2.2.7 Sensor DHT22	11
2.2.8 LCD I2C	11
2.2.9 Relay 2 <i>Chanel</i>	12
2.2.10 Pompa DC 12V.....	13
2.2.11 <i>Misting Nozzle</i>	13

2.2.12 Modul Sensor Jarak VL53L0X.....	14
2.2.13 MCB (Miniatur Circuit Breaker) AC 6A.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Rancangan Sistem	16
3.1.1 Rancangan Hardware.....	16
3.1.1.1 Rancangan Perangkat.....	16
3.1.1.2 Rancangan Aeroponik Otomatis	22
3.1.2 Rancangan <i>Software</i>	24
3.1.2.1 Rancangan Data <i>Logger</i>	24
3.1.2.2 Rancangan Aplikasi <i>Blynk</i>	25
3.2 Pembuatan Alat.....	26
3.2.1 Langkah Pembuatan Alat.....	26
3.2.2 Alat Dan Bahan.....	28
3.3 Analisa Hasil Penelitian.....	30
3.4 Hasil Yang Diharapkan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil Implementasi.....	32
4.1.1 Implementasi Hardware	32
4.1.2 Implementasi <i>Software</i>	36
4.1.2.1 Implementasi Program Arduino IDE	37
4.1.2.2 Implementasi Aplikasi <i>Blynk</i>	49
4.1.2.3 Implementasi Penyimpanan Data.....	51
4.2 Hasil Pengujian Sistem.....	52
4.2.1 Pengujian Alat.....	52
4.2.1.1 Pengujian Mikrokontroler ESP32	53
4.2.1.2 Pengujian sensor dht22	53
4.2.1.3 Pengujian Sensor VL53L0X	54

4.2.1.4 Pengujian Relay 2 Chanel.....	55
4.2.1.5 Pengujian LCD I2C 20X4.....	55
4.2.2 Pengujian Aplikasi	56
4.2.3 Pengujian Penyimpanan Data	57
4.2.4 Pengujian Parameter-Parameter yang Diamati	57
4.3 Pembahasan Hasil Implementasi dan Pengujian	64
4.3.1 Analisa pengujian sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian (pagi - sore).....	64
4.3.2 Analisa pengaruh interval waktu penyemprotan terhadap suhu dan kelembapan pada sistem aeroponik otomatis.....	68
4.3.3 Analisa hasil pengujian otomatis sistem aeroponik	70
BAB V.....	72
KESIMPULAN DAN SARAN.....	72
5.1 Kesimpulan.....	72
5.2 Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	74
LAMPIRAN.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar Aeroponik.....	8
Gambar 2. 2 Logo aplikasi blynk	8
Gambar 2. 3 Power Supply 12V	9
Gambar 2. 4 Stepdown 5V	10
Gambar 2. 5 DEVKIT ESP32.....	10
Gambar 2. 6 Sensor DHT22	11
Gambar 2. 7 LCD I2C	12
Gambar 2. 8 Relay 2 Chanel.....	12
Gambar 2. 9 Dinamo Pompa 12v 160 Psi	13
Gambar 2. 10 Misting Nozzle.....	14
Gambar 2. 11 Sensor Jarak VL53L0X.....	14
Gambar 2. 12 Miniature Circuit Breaker AC 6A.....	15
Gambar 3. 1 Blok diagram perancangan perangkat mikrokontroler.....	17
Gambar 3. 2 Wiring diagram perancangan perangkat mikrokontroler	18
Gambar 3. 3 single line daya AC - DC	19
Gambar 3. 4 Flowchart Aeroponik Otomatis.....	21
Gambar 3. 5 perspektif alat aeroponik otomatis.....	22
Gambar 3. 6 Perspektif tampak depan alat aeroponik otomatis	23
Gambar 3. 7 Perspektif tampak samping alat Aeroponik Otomatis.....	24
Gambar 3. 8 Rancangan Data Logger menggunakan Spreadsheet	25
Gambar 3. 9 Rancangan Aplikasi Blynk	26
Gambar 3. 10 Flowchart Alur Penelitian	28
Gambar 4. 1 Panel tampak depan	33
Gambar 4. 2 Panel tampak samping	33
Gambar 4. 3 Panel tampak dalam	34
Gambar 4. 4 Media tanam aeroponik	35
Gambar 4. 5 Konfigurasi aplikasi blynk.....	37
Gambar 4. 6 Library pada esp32	38
Gambar 4. 7 Konfigurasi koneksi wifi dan goglesheet.....	38
Gambar 4. 8 Inisialisasi sensor VL53L0X.....	39
Gambar 4. 9 Inisialisasi sensor dht22	39

Gambar 4. 10 Inisialisasi LCD I2C	39
Gambar 4. 11 Inisialisasi pin relay	40
Gambar 4. 12 Deklarasi variabel tangki air	40
Gambar 4. 13 Deklarasi sensor dht22	41
Gambar 4. 14 Deklarasi ambang batas sensor dht22	41
Gambar 4. 15 Variable mode manual dan otomatis	41
Gambar 4. 16 Kode LCD update dan interval waktu kirim data	42
Gambar 4. 17 Parameter blynk	43
Gambar 4. 18 Kode koneksi wifi	43
Gambar 4. 19 Inisialisasi awal program	44
Gambar 4. 20 Kode Pengulangan pembacaan data sensor	46
Gambar 4. 21 Kode kontrol relay	47
Gambar 4. 22 Kode kirim data ke spreadsheet	48
Gambar 4. 23 Kode kirim data ke blynk	49
Gambar 4. 24 Implementasi aplikasi blynk	50
Gambar 4. 25 Notifikasi aplikasi blynk	51
Gambar 4. 26 Implementasi data spreadsheet	52
Gambar 4. 27 Pengujian esp32	53
Gambar 4. 28 Pengujian sensor dht22	54
Gambar 4. 29 Sensor dht22	54
Gambar 4. 30 Pengujian sensor VL53L0X	54
Gambar 4. 31 Sensor VL53L0X	55
Gambar 4. 32 Pengujian relay 2 chanel	55
Gambar 4. 33 Pengujian lcd I2C 20X4	56
Gambar 4. 34 Pengujian aplikasi blynk	56
Gambar 4. 35 Pengujian datasheet	57
Gambar 4. 36 grafik pengujian1 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian	64
Gambar 4. 37 grafik pengujian2 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian	65
Gambar 4. 38 grafik pengujian3 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian	66
Gambar 4. 39 grafik pengujian4 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian	67

Gambar 4. 40 grafik pengaruh interval waktu penyemprotan terhadap suhu dan kelembapan	68
Gambar 4. 41 grafik hasil pengujian otomatis sistem aeroponik.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Keterangan Wiring Diagram.....	18
Tabel 3. 2 Tabel keterangan pin komponen ke pin ESP32	19
Tabel 3. 3 Tabel keterangan pin komponen ke pin relay	19
Tabel 3. 4 Alat yang diperlukan.....	28
Tabel 3. 5 Bahan Komponen Mikrokontroller.....	29
Tabel 3. 6 Bahan Alat Aeroponik.....	29
Tabel 3. 7 Perangkat lunak yang digunakan	29
Tabel 4. 1 Pengujian1 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian.....	58
Tabel 4. 2 Pengujian2 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian.....	59
Tabel 4. 3 Pengujian3 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian.....	60
Tabel 4. 4 Pengujian4 sistem aeroponik berdasarkan rentang waktu pengujian.....	61
Tabel 4. 5 Pengaruh interval waktu penyemprotan terhadap suhu dan kelembapan	62
Tabel 4. 6 Hasil pengujian otomatis sistem aeroponik	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan populasi global yang pesat menuntut peningkatan produksi pangan yang efisien dan berkelanjutan. Namun, keterbatasan lahan pertanian dan penurunan kualitas tanah akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia menjadi tantangan signifikan dalam sektor pertanian[1]. Selain itu, perubahan iklim yang semakin tidak menentu juga berdampak pada produktivitas tanaman, sehingga diperlukan strategi pertanian yang lebih adaptif dan efisien. Oleh karena itu, inovasi dalam teknik budidaya tanaman menjadi sangat penting untuk memastikan ketahanan pangan di masa depan. Salah satu metode yang berkembang adalah budidaya aeroponik[2].

Aeroponik adalah metode bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, di mana akar tanaman digantung di udara dan disemprot dengan larutan nutrisi dalam bentuk kabut. Metode ini memungkinkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi yang lebih tinggi, serta meningkatkan aerasi pada akar tanaman. Selain itu, aeroponik dapat mengurangi risiko penyakit yang berasal dari tanah dan memungkinkan kontrol lingkungan tumbuh yang lebih baik[3]. Sistem aeroponik juga memiliki keunggulan dalam mengoptimalkan penggunaan ruang, sehingga cocok diterapkan di daerah perkotaan dengan keterbatasan lahan[4]. Teknologi ini memungkinkan produksi tanaman yang lebih cepat dan lebih sehat karena tanaman dapat memperoleh nutrisi secara langsung tanpa perantara media tanah.

Salah satu tanaman yang sesuai untuk dibudidayakan dengan metode aeroponic yaitu tanaman selada. Tanaman selada (*Lactuca sativa*) merupakan salah satu jenis sayuran daun yang banyak dikonsumsi di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Selada memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, seperti serat, vitamin A, vitamin C, dan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan[5]. Permintaan pasar terhadap selada terus meningkat, terutama di kalangan masyarakat perkotaan yang semakin sadar akan pola makan sehat. Namun, keterbatasan lahan pertanian serta perubahan iklim yang tidak menentu menjadi tantangan dalam budidaya konvensional tanaman ini.

Tanaman selada memiliki siklus hidup yang relatif singkat dan dapat dipanen dalam waktu 30–45 hari setelah tanam, tergantung pada varietas dan kondisi pertumbuhannya. Dalam sistem aeroponik, pertumbuhan selada dapat lebih optimal dibandingkan dengan metode konvensional karena pasokan nutrisi yang lebih efisien dan lingkungan tumbuh

yang lebih terkontrol[6]. Namun, salah satu tantangan utama dalam budidaya aeroponik adalah menjaga kondisi kelembapan dan suhu yang sesuai agar tanaman dapat tumbuh dengan optimal tanpa mengalami stres lingkungan.

Dengan perkembangan teknologi, sistem aeroponik kini dapat dikombinasikan dengan perangkat otomatisasi berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT). Sistem otomatis ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian lingkungan tumbuh secara *real-time*, termasuk pengaturan kelembapan, penyemprotan nutrisi, dan intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman. Penggunaan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler dapat meningkatkan efisiensi dalam pemberian nutrisi dan mengurangi kesalahan manusia dalam pengelolaan tanaman [7].

Salah satu aspek penting dalam sistem aeroponik adalah menjaga kelembapan pada tanaman untuk mendukung pertumbuhan. Penggunaan sensor kelembapan yang terintegrasi dengan sistem kontrol otomatis memungkinkan penyemprotan larutan nutrisi hanya ketika kadar kelembapan berada di bawah ambang batas tertentu, sehingga tanaman tetap mendapatkan kondisi pertumbuhan yang ideal.

Selain itu, suhu lingkungan juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Dalam kondisi suhu tinggi, tanaman memerlukan lebih banyak nutrisi dan kelembapan[8]. Oleh karena itu, sistem otomatis yang dapat menyesuaikan penyemprotan larutan nutrisi berdasarkan suhu lingkungan menjadi solusi yang efektif dalam menjaga kesehatan tanaman. Dengan mengintegrasikan sensor suhu dan aktuator yang terhubung dengan mikrokontroler, sistem ini dapat memberikan respons cepat terhadap perubahan suhu yang terjadi.

Interval waktu penyemprotan larutan nutrisi juga menjadi faktor penting dalam sistem aeroponik. Pemberian nutrisi yang terlalu sering dapat menyebabkan pemborosan dan meningkatkan kelembapan berlebih yang berisiko menimbulkan penyakit pada tanaman, sedangkan penyemprotan yang terlalu jarang dapat menyebabkan tanaman kekurangan nutrisi. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada menentukan interval waktu penyemprotan yang ideal agar suhu dan kelembapan pada tanaman sesuai tanpa menyebabkan pemborosan sumber daya[9].

Di Indonesia, potensi pengembangan sistem aeroponik otomatis masih sangat besar mengingat meningkatnya kebutuhan pangan dan keterbatasan lahan pertanian konvensional. Penerapan teknologi ini dapat menjadi solusi dalam mendukung ketahanan pangan nasional serta meningkatkan efisiensi pertanian di berbagai skala, mulai dari rumah tangga hingga industri pertanian besar[10]. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut

mengenai pengembangan dan optimalisasi sistem aeroponik otomatis menjadi sangat penting untuk mendukung inovasi di bidang pertanian modern.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem aeroponik otomatis yang dapat mengoptimalkan produksi tanaman dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor yang terhubung, serta aplikasi Blynk untuk monitoring dan pengendalian jarak jauh. Sistem ini diharapkan dapat memberikan solusi bagi masalah ketahanan pangan, terutama di daerah perkotaan yang menghadapi keterbatasan lahan. Selain itu, penggunaan teknologi dalam pertanian juga diharapkan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan pertanian di masa depan.

1.2 Perumusan Masalah

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

1. Bagaimanakah sistem aeroponik otomatis dapat menjaga kelembapan pada media tanam aeroponik untuk mendukung pertumbuhan tanaman selada?
2. Bagaimanakah cara merancang sistem otomatis yang dapat mengatur penyemprotan larutan nutrisi berdasarkan suhu lingkungan, khususnya ketika suhu tinggi, untuk menjaga kesehatan tanaman?
3. Berapakah interval waktu ideal untuk penyemprotan pada tanaman dalam sistem aeroponik agar suhu dan kelembapan pada tanaman selada sesuai?

1.3 Batasan Masalah

Untuk memastikan bahwa penelitian ini tetap terfokus dan dapat dilaksanakan secara efektif, perlu ditetapkan batasan-batasan yang jelas. Adapun batasan-batasan yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dan teknologi IoT.
2. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sensor DHT22 yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan pada alat ini.
3. Penelitian ini dirancang untuk menentukan interval penyemprotan larutan nutrisi yang sesuai agar kebutuhan nutrisi tanaman terpenuhi.
4. Penelitian ini hanya akan mengukur dan mengontrol tiga parameter utama, yaitu suhu dan kelembapan pada media aeroponik, dan interval penyemprotan, serta sisa volume air pada tangki.
5. Penelitian ini tidak akan membahas faktor lain seperti peningkatan hasil tanaman secara genetik atau perbaikan jenis tanaman yang digunakan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan sistem aeroponik otomatis yang dapat mengatur penyemprotan pada tanaman selada, dengan fokus pada pengaturan kelembapan media aeroponik, suhu lingkungan, dan interval penyemprotan.
2. Mengidentifikasi dan mengoptimalkan kelembapan dalam sistem aeroponik untuk mendukung pertumbuhan, serta memastikan kondisi kelembapan tetap terjaga secara otomatis.
3. Merancang sistem pengendalian otomatis untuk penyemprotan larutan nutrisi yang berbasis pada suhu lingkungan, terutama saat suhu tinggi, guna menjaga kesehatan tanaman.
4. Menentukan interval waktu penyemprotan larutan nutrisi dalam sistem aeroponik untuk memastikan pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman tanpa pemborosan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1.5.1 Manfaat Akademik

1. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan literatur akademik di bidang pertanian berbasis teknologi, khususnya dalam otomatisasi sistem aeroponik menggunakan mikrokontroler ESP32 dan Internet of Things (IoT).
2. Meningkatkan pemahaman tentang integrasi teknologi sensor dan aktuator dalam sistem pertanian modern untuk mengoptimalkan pemantauan dan pengendalian lingkungan tumbuh tanaman secara real-time, sehingga dapat menjadi referensi bagi penelitian serupa di masa depan.

1.5.2 Manfaat Aplikatif

1. Dapat langsung diterapkan dalam budidaya selada berbasis aeroponik otomatis, membantu petani dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi serta mengurangi ketergantungan pada lahan pertanian konvensional.
2. Mendukung pertanian perkotaan dengan keterbatasan lahan melalui sistem pemantauan dan pengendalian jarak jauh berbasis Blynk, sehingga mempermudah pengguna dalam mengelola kondisi pertumbuhan tanaman tanpa harus hadir secara fisik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Aeroponik Otomatis Pada Tanaman Selada, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil menjawab seluruh rumusan masalah :

1. Sistem aeroponik otomatis yang dirancang mampu menjaga kelembapan media tanam secara efektif. Dengan menggunakan sensor DHT22, sistem dapat membaca tingkat kelembapan di sekitar akar tanaman dan secara otomatis mengaktifkan pompa penyemprot nutrisi ketika nilai kelembapan berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Hal ini memastikan akar tanaman tetap mendapatkan kelembapan optimal tanpa kelebihan air.
2. Sistem berhasil merespons perubahan suhu lingkungan secara otomatis. Ketika suhu udara meningkat melebihi batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan fan exhaust untuk membantu menstabilkan suhu dalam ruang tanam. Mekanisme ini menjaga suhu tetap dalam rentang ideal untuk pertumbuhan tanaman selada, khususnya pada kondisi siang hari dengan suhu tinggi.
3. Berdasarkan analisis data pengujian, interval waktu penyemprotan yang ideal untuk sistem aeroponik ini berada pada rentang waktu tertentu yang disesuaikan dengan fluktuasi suhu dan kelembapan. Pengaturan interval ini dilakukan secara otomatis oleh sistem, dan telah terbukti mampu menjaga kondisi lingkungan tetap stabil tanpa pemborosan air atau nutrisi. Dengan demikian, sistem mampu menyuplai nutrisi secara efisien sesuai kebutuhan tanaman.

Secara keseluruhan sistem monitoring dan kontrol aeroponik otomatis pada tanaman selada yang dikembangkan pada penelitian ini telah mencapai tujuan yang diharapkan dan ini membuktikan bahwa integrasi mikrokontroler dan IoT dalam pertanian mampu meningkatkan efisiensi dan kemudahan pengelolaan tanaman.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem aeroponik otomatis yang telah dilakukan, terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan guna mengoptimalkan performa alat di masa mendatang. Meskipun sistem telah mampu bekerja secara otomatis dalam mengatur suhu, kelembapan, serta penyemprotan nutrisi menggunakan sensor dan

mikrokontroler ESP32, masih terdapat peluang pengembangan untuk meningkatkan akurasi, keandalan, serta kenyamanan penggunaan. Oleh karena itu, berikut disampaikan beberapa saran dan rekomendasi untuk pengembangan sistem di tahap selanjutnya:

1. Sensor DHT22 yang digunakan dalam sistem ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik, namun pada kondisi lingkungan ekstrem atau penggunaan jangka panjang, performanya bisa menurun. Sebagai pengembangan, disarankan menggunakan sensor dengan presisi lebih tinggi seperti SHT31 atau BME280, yang mampu mengukur suhu, kelembapan, dan tekanan udara secara bersamaan dengan tingkat akurasi yang lebih baik dan waktu respon yang lebih cepat.
2. Aplikasi Blynk memberikan kemudahan dalam pembuatan antarmuka IoT berbasis mobile, namun memiliki keterbatasan pada fleksibilitas desain dan kontrol penuh terhadap backend sistem. Oleh karena itu, pengembangan aplikasi mobile dengan Flutter dapat menjadi alternatif yang lebih fleksibel dan profesional. Flutter memungkinkan pembuatan aplikasi Android dan iOS dengan antarmuka yang disesuaikan sepenuhnya serta dapat diintegrasikan langsung dengan Firebase, MQTT, atau server pribadi, memberikan kontrol penuh terhadap sistem.
3. Untuk memastikan kualitas larutan nutrisi tetap optimal, sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan sensor pH dan sensor TDS (Total Dissolved Solids). Sensor ini akan membantu mengukur keasaman dan konsentrasi nutrisi dalam larutan secara real-time dan menampilkan data tersebut di LCD dan aplikasi mobile.
4. Untuk mendukung keberlanjutan energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional, sistem dapat dilengkapi dengan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) sebagai sumber daya utama atau cadangan. Penggunaan panel surya dengan sistem penyimpanan baterai akan membuat sistem aeroponik tetap dapat beroperasi secara mandiri, terutama di daerah dengan pasokan listrik terbatas, sekaligus mengurangi biaya operasional dalam jangka panjang.

Dengan adanya saran dan rekomendasi tersebut, diharapkan penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan sistem aeroponik otomatis yang lebih canggih, efisien, dan adaptif terhadap kebutuhan pertanian modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. K. Alfariy, “Penggunaan Pupuk dan Pestisida Terhadap Kualitas Tanah dan Air Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai Bedadung (Studi Kasus;Sub DAS Arjasa,” Thesis, Fakultas Pertanian, 2019. Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://repository.unej.ac.id/xmlui/handle/123456789/106735>
- [2] Erfan Rohadi, M. E. Apriyani, and N. H. Laili, “Sistem Penyiraman Tanaman Sayur Secara Aeroponik Berdasarkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Iot Menggunakan Metode Fuzzy,” *J. Inform. Polinema*, vol. 5, no. 2, pp. 84–89, Feb. 2019, doi: 10.33795/jip.v5i2.247.
- [3] S. L. H. Siregar and M. Rivai, “Monitoring dan Kontrol Sistem Penyemprotan Air Untuk Budidaya Aeroponik Menggunakan NodeMCU ESP8266,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 380–385, Feb. 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31181.
- [4] R. A. Rifandi, R. I. S. Putra, N. E. Elawati, D. N. Yuliyani, and Dafa Anwarul Fahmi, “Pengembangan Inovasi Smart Aeroponik sebagai Upaya Efisiensi Urban Farming Produktif Ramah Energi,” *Cakrawala J. Pengabd. Masy. Glob.*, vol. 3, no. 3, pp. 188–198, Aug. 2024, doi: 10.30640/cakrawala.v3i3.3101.
- [5] R. Karneta and N. F. Gultom, “Budidaya Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Skala Rumah Tinggal Tanpa Pekarangan Model Wall Garden dan Jenis Media,” vol. 14, no. 2, 2021.
- [6] A. Wijaya and S. Fajriani, “Pertumbuhan Dan Hasil Selada (*Lactuca sativa* L.) Pada Metode Hidroponik Sistem Sumbu Dengan Kerapatan Naungan Dan Konsentrasi Nutrisi Yang Berbeda,” *Produksi Tanam.*, vol. 010, no. 10, pp. 541–549, Oct. 2022, doi: 10.21776/ub.protan.2022.010.10.02.
- [7] P. Denanta Bayuguna Perteka, I. N. Piarsa, and K. S. Wibawa, “Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things,” *J. Ilm. Merpati Menara Penelit. Akad. Teknol. Inf.*, p. 197, Oct. 2020, doi: 10.24843/JIM.2020.v08.i03.p05.
- [8] Alvin Zuhair, Evi Nafiatu Sholihah, A. Fahmi, Y. Anggraini, and B. Herwono, “Perancangan Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Sistem Aeroponik Berbasis Internet Of Things,” *J. Rekayasa Energi*, vol. 1, no. 1, pp. 30–35, Nov. 2022, doi: 10.31884/jre.v1i1.7.
- [9] N. B. Ramadhani, N. Farid, and T. S. Wahyudiningsih, “Interval Waktu Pemberian Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Benih Dua Varietas Tanaman Kentang,” 2023.
- [10] R. A. Rifandi, N. E. Elawati, R. I. S. Putra, D. N. Yuliyani, M. Sifa, and U. Ivet, “Pemberdayaan Masyarakat Tambakharjo dalam Pengembangan Urban Farming Berbasis Smart Aeroponik menuju Kemandirian Ketahanan Pangan”.
- [11] M. A. A. G. Wibowo, I. Salamah, and A. Aryanti, “Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Aeroponik Tanaman Selada berbasis IoT dengan Metode Fuzzy Sugeno,” *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 399–408, Dec. 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i2.27098.
- [12] I. Nurhidayati, “Internet of Things (IoT) dan Penggunaannya dalam Bidang Pertanian,” Mertani. Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available:

<https://www.mertani.co.id/post/internet-of-things-iot-dan-penggunaannya-dalam-bidang-pertanian>

- [13] F. Ulfa and F. Primayani, “Hasil Umbi Mini Tiga Varietas Kentang Pada Sistem Budidaya Tanpa Tanah Aeroponik Dan Hidroponik”.
- [14] E. Simanungkalit, M. Husna, J. S. Tarigan, and S. Suriyadi, “Smart Farming On IoT-Based Aeroponik Systems,” *Sink. J. Dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, Art. no. 1, Jan. 2023, doi: 10.33395/sinkron.v8i1.11988.
- [15] M. V. Sariayu, H. Priyatman, and B. W. Sanjaya, “Pengendali Suhu Dan Kelembaban Pada Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L)”.
- [16] R. A. Laksono, “Interval Waktu Pemberian Nutrisi Terhadap Produksi Tanaman Selada Hijau (*Lactuca sativa* L) Varietas New Grand Rapid Pada Sistem Aeroponik,” *Paspalum J. Ilm. Pertan.*, vol. 9, no. 1, p. 1, Mar. 2021, doi: 10.35138/paspalum.v9i1.194.
- [17] “Why use ESP32 + Blynk IoT platform for your connected product.” Accessed: Feb. 05, 2025. [Online]. Available: <https://blynk.io/blog/esp32-blynk-iot-platform-for-your-connected-product>
- [18] A. G. Gtg, “Pengujian Unjuk Kerja Switching Mode Power Supply 12 Volt 10 Ampere,” Universitas Gadjah Mada, 2019. Accessed: Feb. 15, 2025. [Online]. Available: <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/181850>
- [19] L. W. Cahyadi, “Kinerja Konverter Arus Searah Tipe Buck Converter Dengan Umpan Balik Tegangan Berbasis TL494”.
- [20] “esp32_datasheet_en.pdf.” Accessed: Feb. 17, 2025. [Online]. Available: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf
- [21] “(PDF) Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing,” in *ResearchGate*, doi: 10.1109/CarpathianCC.2019.8765944.
- [22] F. P. Ramadhanti, J. Bintoro, and A. Diamah, “Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Ketinggian Air Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Raspberry Pi Berbasis IoT,” vol. 6, no. 1, 2023.
- [23] A. Oo and O. Tt, “Design and Implementation of Arduino Microcontroller Based Automatic Lighting Control with I2C LCD Display,” *J. Electr. Electron. Syst.*, vol. 07, no. 02, 2018, doi: 10.4172/2332-0796.1000258.
- [24] A. Andreas, G. Priyandoko, M. Mukhsim, and S. A. Putra, “Kendali Kecepatan Motor Pompa Air Dc Menggunakan Pid – Csa Berdasarkan Debit Air Berbasis Arduino,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 1–14, Feb. 2020, doi: 10.31328/jasee.v1i01.3.
- [25] E. Reska, “Efektivitas Penggunaan Misting Dalam Pengendalian Iklim Mikro Pada Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa* Subsp. *Chinensis*) Dalam Greenhouse,” 2023.
- [26] “VL53L0X - Time-of-Flight (ToF) ranging sensor - STMicroelectronics.” Accessed: Mar. 01, 2025. [Online]. Available: <https://www.st.com/en/imaging-and-photonics-solutions/vl53l0x.html>

LAMPIRAN

Lampiran 1 pembuatan alat



Lampiran 2 tampak depan alat dan tempat tanaman selada



Lampiran 3 kode lengkap

```
// --- Blynk Configuration ---
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6mskOs2F7"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "SISTEM AEROPONIK"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "LlhG3e_xaag2w15hhT0zP282-k1o9TCP"

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#include <Adafruit_VL53L0X.h>
#include <WiFi.h>
#include <HTTPClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

// --- WiFi ---
const char* ssid = "aerponik";
const char* password = "Mahesa128";
const char* scriptURL =
"https://script.google.com/macros/s/AKfycbzObNVYIX1vo9zrp6NJJZ0d67F-
aZUNkdDL0kJuCU6k_LtJPPr772ThyDA2ARMm0xwB/exec";

// --- Sensor VL53L0X ---
Adafruit_VL53L0X lox = Adafruit_VL53L0X();

// --- DHT Sensor ---
#define DHT_DATA_PIN 4
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHT_DATA_PIN, DHTTYPE);

// --- LCD I2C ---
const int LCD_I2C_ADDRESS = 0x27;
const int LCD_COLUMNS = 20;
const int LCD_ROWS = 4;
LiquidCrystal_I2C lcd(LCD_I2C_ADDRESS, LCD_COLUMNS, LCD_ROWS);

// --- Relay ---
const int RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN = 23;
const int RELAY2_PUMP_PIN = 18;

// --- Variabel Air ---
const float panjang = 50.0;
const float lebar = 40.0;
const float tinggi_tangki = 20.0;
float jarak_mm, jarak_cm, tinggi_air, volume_mL, volume_liter;

// --- Variabel Sensor ---
float suhu = 0.0;
float kelembaban = 0.0;
```

Lampiran 4 lanjutan kode

```
// --- Threshold ---
const float SUHU_TINGGI_THRESHOLD = 28.0;
const float SUHU_RENDAH_THRESHOLD = 25.0;
const float KELEMBABAN_RENDAH_THRESHOLD = 65.0;
const float KELEMBABAN_TINGGI_THRESHOLD = 90.0;

// --- Mode Manual atau Otomatis ---
bool modeManual = false; // false = otomatis, true = manual

// --- Flag untuk update LCD ---
bool lcdNeedsUpdate = true;

// --- Interval dan Timer ---
unsigned long previousMillisBlynk = 0;
const unsigned long intervalBlynk = 6000;

unsigned long previousMillisSheet = 0;
const unsigned long intervalSheet = 60000;

// --- Blynk Handlers ---
BLYNK_WRITE(V0) {
  if (modeManual) {
    int pinValue = param.asInt();
    digitalWrite(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN, pinValue ? LOW : HIGH);
    lcdNeedsUpdate = true;
  }
}

BLYNK_WRITE(V1) {
  if (modeManual) {
    int pinValue = param.asInt();
    digitalWrite(RELAY2_PUMP_PIN, pinValue ? LOW : HIGH);
    lcdNeedsUpdate = true;
  }
}

void setupWiFi() {
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.print("Menghubungkan ke WiFi");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("\nWiFi terhubung");
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Wire.begin(21, 22);

  pinMode(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN, OUTPUT);
  pinMode(RELAY2_PUMP_PIN, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN, HIGH);
  digitalWrite(RELAY2_PUMP_PIN, HIGH);
}
```

Lampiran 5 lanjutan kode

```
setupWiFi();
Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, password);

if (!lox.begin()) {
  Serial.println("Gagal mendeteksi VL53L0X. Periksa koneksi!");
  while (1);
}

dht.begin();

lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0); lcd.print("Sistem Aeroponik");
lcd.setCursor(0, 1); lcd.print("Memulai...");
delay(2000);
lcd.clear();
}

void loop() {
  Blynk.run();

  unsigned long currentMillis = millis();
  // --- Sensor, kontrol, kirim ke Blynk setiap 5 detik ---
  if (currentMillis - previousMillisBlynk >= intervalBlynk) {
    previousMillisBlynk = currentMillis;

    bacaSensorDHT();
    air();

    if (!modeManual) {
      kontrolRelayBerdasarkanSuhu();
      kontrolRelayBerdasarkanKelembaban();
    }

    kirimDataKeBlynk();
    lcdNeedsUpdate = true; // perbarui LCD karena data baru
  }
  // --- Kirim ke Google Spreadsheet setiap 60 detik ---
  if (currentMillis - previousMillisSheet >= intervalSheet) {
    previousMillisSheet = currentMillis;
    kirimDataKeSpreadsheet();
  }
  if (lcdNeedsUpdate) {
    tampilkanDiLCD();
    lcdNeedsUpdate = false;
  }
}

void air() {
  VL53L0X_RangingMeasurementData_t measure;
  lox.rangingTest(&measure, false);
```

Lampiran 6 lanjutan kode

```
if (measure.RangeStatus != 4) {
    jarak_mm = measure.RangeMilliMeter;
    jarak_cm = jarak_mm / 10.0;

    const float offset_min = 4.0; // jarak minimal sensor (full)
    const float offset_max = 20.0; // jarak maksimal sensor (kosong)
    const float kapasitas_tangki_liter = 40.0;

    // Batasi jarak sensor di rentang offset_min sampai offset_max
    if (jarak_cm < offset_min) jarak_cm = offset_min;
    if (jarak_cm > offset_max) jarak_cm = offset_max;

    // Hitung tinggi efektif air dengan memetakan jarak sensor ke volume
    float tinggi_air_efektif = offset_max - jarak_cm; // semakin kecil jarak_cm semakin besar
    tinggi_air_efektif

    // Hitung volume dengan perbandingan linear
    volume_liter = (tinggi_air_efektif / (offset_max - offset_min)) * kapasitas_tangki_liter;

    Serial.print("Jarak sensor (cm): "); Serial.println(jarak_cm);
    Serial.print("Volume air (liter): "); Serial.println(volume_liter, 2);

    // === Kirim notifikasi jika volume kosong ===
    if (volume_liter <= 0.50) { // gunakan ambang batas kecil (bukan 0 pas)
        Blynk.logEvent("volumeair", "Tangki habis. Isi air secara manual!");
    }

} else {
    Serial.println("Sensor: Out of range!");
}

}

void bacaSensorDHT() {
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();

    if (!isnan(h) && !isnan(t)) {
        suhu = t;
        kelembaban = h;
        Serial.print("Suhu: "); Serial.print(suhu); Serial.print(" C ");
        Serial.print("Kelembaban: "); Serial.print(kelembaban); Serial.println(" %");
    } else {
        Serial.println("Gagal membaca dari sensor DHT!");
    }
}

void tampilkanDiLCD() {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Suhu: ");
    lcd.print(suhu, 1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.print("C "); // spasi tambahan untuk hapus karakter lama
```


Lampiran 7 lanjutan kode

```

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Klmb: ");
lcd.print(kelembaban, 0);
lcd.print("% ");

lcd.setCursor(14, 0);
lcd.print("R1:");
lcd.print(digitalRead(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN) == LOW ? "On " : "Off");

lcd.setCursor(14, 1);
lcd.print("R2:");
lcd.print(digitalRead(RELAY2_PUMP_PIN) == LOW ? "On " : "Off");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Vol Air: ");
lcd.print(volume_liter, 2);
lcd.print("L ");

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Mode :");
lcd.print(modeManual ? "Manual " : "Otomatis");
}

void kontrolRelayBerdasarkanSuhu() {
    if (suhu > SUHU_TINGGI_THRESHOLD) {
        digitalWrite(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN, LOW);
        Serial.println("Relay 1 (FAN) NYALA - Suhu > 28C");
    } else if (suhu < SUHU_RENDAH_THRESHOLD) {
        digitalWrite(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN, HIGH);
        Serial.println("Relay 1 (FAN) MATI - Suhu < 25C");
    }
}

void kontrolRelayBerdasarkanKelembaban() {
    if (kelembaban < KELEMBABAN_RENDAH_THRESHOLD) {
        digitalWrite(RELAY2_PUMP_PIN, LOW);
        Serial.println("Relay 2 NYALA - Kelembaban < 65%");
    } else if (kelembaban > KELEMBABAN_TINGGI_THRESHOLD) {
        digitalWrite(RELAY2_PUMP_PIN, HIGH);
        Serial.println("Relay 2 MATI - Kelembaban > 90%");
    }
}

void kirimDataKeSpreadsheet() {
    if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
        HTTPClient http;
        http.begin(scriptURL);
    }
}

```


Lampiran 8 lanjutan kode

```
String postData = "suhu=" + String(suhu) +
    "&kelembaban=" + String(kelembaban) +
    "&statusPompa=" + String(digitalRead(RELAY2_PUMP_PIN) == LOW ? "ON" :
"OFF") +
    "&statusFan=" + String(digitalRead(RELAY1_FAN_HUMIDIFIER_PIN) == LOW ?
"ON" : "OFF") +
    "&levelAir=" + String(volume_liter, 2);

http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");
int httpResponseCode = http.POST(postData);
Serial.print("Respon Server: ");
Serial.println(httpResponseCode);
http.end();
} else {
    Serial.println("WiFi tidak terhubung");
}
}

void kirimDataKeBlynk() {
    Serial.println("Mengirim data ke Blynk...");

    Serial.print("Suhu: "); Serial.println(suhu);
    Serial.print("Kelembaban: "); Serial.println(kelembaban);
    Serial.print("Volume: "); Serial.println(volume_liter);

    Blynk.virtualWrite(V2, suhu);
    Blynk.virtualWrite(V3, kelembaban);
    Blynk.virtualWrite(V4, volume_liter);
}
```

Lampiran 9 demo alat dengan pembimbing

