

# Penerapan Smart Farming dalam Pemberian Nutrisi pada Tanaman Selada Hidroponik

Zulkifli<sup>1</sup>, Yuyun Wabula<sup>2</sup>, Imran Taufik<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Handayani Makassar

<sup>1</sup>zulkiflitiwikrama45@gmail.com\*, <sup>2</sup>yuyunwabula@handayani.ac.id, <sup>3</sup>imran\_taufik@handayani.ac.id

## Abstract

*Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a vegetable widely favored by the Indonesian people. It is one of the plants cultivated hydroponically to improve the quality and quantity of production. Hydroponic technology is considered environmentally friendly, capable of producing hygienic products, accelerating plant growth, and maintaining the quality of the harvest. This study aims to develop and test a prototype of a lettuce hydroponic system equipped with automatic monitoring of water pH, water temperature, air temperature, and humidity. The method used is Research and Development (R&D). The results of the study showed that the prototype can work at the lowest water temperature of 23°C, with soil moisture in the range of 68–77%. This system automatically activates the pump if the pH sensor detects levels that are too low or too high. Overall, the test results stated that the prototype monitoring system worked well according to instructions and was able to support the effectiveness of hydroponic lettuce cultivation.*

*Keywords: Hydroponics; Internet of Things; R&D Method; Lettuce Vegetables; Smart Farming*

## Abstrak

Selada (*Lactuca sativa* L.) merupakan salah satu jenis sayuran yang banyak diminati oleh masyarakat Indonesia dan menjadi salah satu tanaman yang dibudidayakan secara hidroponik untuk meningkatkan kualitas serta kuantitas produksi. Teknologi hidroponik dinilai ramah lingkungan, mampu menghasilkan produk yang higienis, mempercepat pertumbuhan tanaman, serta menjaga kualitas hasil panen. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji prototipe sistem hidroponik selada yang dilengkapi dengan pemantauan otomatis terhadap pH air, suhu air, suhu udara, dan kelembaban. Metode yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan *Research and Development* (R&D). Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe dapat bekerja pada suhu air terendah 23°C, dengan kelembaban tanah dalam kisaran 68–77%. Sistem ini secara otomatis mengaktifkan pompa jika sensor pH mendeteksi kadar yang terlalu rendah atau tinggi. Secara keseluruhan, hasil pengujian menyatakan bahwa prototipe sistem monitoring bekerja dengan baik sesuai perintah dan mampu mendukung efektivitas budidaya tanaman selada secara hidroponik.

Kata kunci: Hidroponik; Internet of Things; Metode R&D; Sayuran Selada; Smart Farming

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

## 1. Pendahuluan

Selada atau dalam bahasa latinnya disebut dengan nama *Lactuca sativa* L, yang merupakan salah satu jenis tanaman dalam kategori tumbuhan sayuran daun dan memiliki umur yang pendek. Tumbuhan sayuran jenis ini dapat ditanam atau dibudidayakan pada dataran tinggi atau dataran rendah [1]. Menurut Wibowo bahwa di dalam 1kg terdiri dari protein sebesar 1,2 g, lemak sebesar 0,2 g, karbohidrat sebesar 2,9 g, Ca sebesar 22,0 g, P sebesar 25,0 g, Fe sebesar 0,5 g, vitamin A sebesar 162 mg, vitamin B sebesar 0,04 g, dan vitamin C sebesar 8,0 g [2]. Selada yang merupakan salah satu sayuran yang umum dikonsumsi dalam keadaan mentah dengan kandungan gizi yang cukup tinggi. Meski belum terlalu membudaya perkembangannya, tetapi prospeknya cukup cerah [3]. Berbagai usaha yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas peningkatan produksi selada [4].

Salah satu usaha yang dilakukan untuk membudidayakan Selada adalah menggunakan teknologi hidroponik. Teknologi ini sangat memiliki banyak manfaat dari pada menggunakan cara bercocok

tanam tradisional. Tentu saja keunggulan pada hidroponik diantaranya, ramah terhadap lingkungan, produk yang dihasilkan lebih higienis, pertumbuhan tanaman lebih cepat, kualitas tanaman lebih terjaga, serta kualitas produksinya dapat meningkat [5]. Karena keunggulan yang dimilikinya, tentu saja teknik ini sangat cocok digunakan dalam membudidayakan sayuran selada yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan eksklusif [6].

Seperti yang kita ketahui, bahwa sayuran memiliki kandungan gizi yang begitu banyak, baik itu mineral serta vitamin yang tidak dapat di gantikan dengan makanan utama atau makanan lainnya [7]. Zat penting yang terkandung di dalam selada, seperti protein, air, serat, mineral serta karbohidrat yang berguna bagi tubuh manusia [8]. Berbagai jenis nutrisi terkandung di dalam sayuran yang berperan penting dalam metabolisme tubuh dari berbagai jenis gangguan kesehatan [9]. Membudidayakan sayuran dengan metode hidroponik dapat membuat sayuran terbebas dari berbagai jenis kontaminasi logam berat dari industri yang terkandung di dalam tanah, sehingga sayuran tersebut lebih sehat, lebih tahan lama, lebih

segar, dan tentunya lebih mudah untuk dicerna [10]. Karena adanya peningkatan pada pengonsumsi sayuran selada, tentunya menjadi peluang usaha bagi masyarakat untuk membudidayakan sayuran tersebut dalam bentuk hidroponik [11]. Usaha membudidayakan sayuran hidroponik, tentunya memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan dengan sistem tradisional [12].

Di Indonesia, setiap tahunnya peningkatan permintaan terhadap sayuran yang diproduksi secara hidroponik mengalami peningkatan yang begitu signifikan. Tetapi secara statistik, data tersebut belum tersedia, karena belum terdokumentasi dengan baik [13]. Setelah melakukan studi literatur dari berbagai sumber tentang permintaan sayuran hidroponik seperti selada, setiap tahunnya meningkat sekitar 10%-20% setiap tahunnya [14]. Harga dari sayuran ini juga cenderung konstan, sehingga dapat menjadi pilihan utama masyarakat untuk terus meningkatkan dan membudidayakan selada hidroponik [15].

Tren dalam mengonsumsi sayuran memiliki hubungan erat antara tingkat penghasilan dengan pola makan masyarakat [16]. Masyarakat dengan penghasilan di bawah rata-rata mengonsumsi sayuran dengan jumlah yang begitu sedikit dan akan mengalami peningkatan ketika penghasilan mereka juga meningkat [17]. Menariknya, meski sayuran hidroponik tergolong sayuran yang tidak murah dan relatif mahal, tetap banyak masyarakat yang memilih mengonsumsi sayuran tersebut [18]. Fenomena tersebut disebabkan karena adanya peningkatan terhadap kesadaran untuk tetap hidup kesehatan, adanya peningkatan pendapatan, serta dipengaruhi oleh gaya hidup masakini, sehingga permintaan sayuran hidroponik juga mengalami peningkatan [19].

*Smart farming* merupakan salah satu bentuk hasil dari penerapan teknologi *Internet of Things*. Penerapan IoT pada *smart farming* dilakukan agar dapat meminimalkan tenaga dan sumber daya manusia dalam bercocok tanam [20]. Saat ini, kebutuhan akan pangan, khususnya untuk sayur-sayuran dan buah-buahan melonjak begitu sangat tinggi dipasaran yang dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk dan permintaan [21], tetapi perkembangan kebutuhan tersebut tidak diikuti oleh pelebaran lahan pertanian dan malah makin semakin sempit [22]. Sektor pertanian, khususnya budidaya sayur-sayuran merupakan bagian yang begitu sangat penting bagi masyarakat. Sektor ini adalah sumber penghasilan yang begitu besar, apa lagi kawasan Indonesia merupakan kawasan wilayah pertanian [23]. Karena adanya kebutuhan penduduk dalam membangun area pemukiman, maka area pertanian mengalami penyusutan dan diperlukan cara lain untuk membuat lahan pertanian baru sebagai usaha pengembangan model pertanian secara hidroponik [24]. Bercocok tanam secara hidroponik digunakan sebagai pemberian nutrisi *Nutrient Film Technique* pada tanaman hidroponik. Pemberian nutrisi tersebut dilakukan

dengan mengalirkan selapis larutan nutrisi pada air yang memiliki ketinggian sekitar 3 mm dari akar tanaman [25].

Terkadang, terdapat kendala yang dihadapi oleh para petani, seperti hasil panen yang tidak maksimal yang disebabkan air yang digunakan tidak berkualitas atau tidak memiliki nutrisi yang diperlukan oleh sayuran [26]. Komponen utama pada budidaya tanaman hidroponik adalah penyerapan larutan nutrisi. Akan tetapi penyerapan nutrisi tersebut sering kali tidak dapat diserap oleh tanaman, karena larutan nutrisi yang dilarutkan tidak tersebar secara merata pada seluruh permukaan talang. Hal ini yang menyebabkan terdapat beberapa akar yang tidak mendapatkan aliran nutrisi dan mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terhambat [27]. Air merupakan komponen utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman hidroponik dan juga mempengaruhi hasil produksinya [28].

Pemantauan dan tindakan korektif yang berkelanjutan diperlukan untuk memastikan pertumbuhan tanaman tetap sehat. Pemberian nutrisi, seperti AB Mix, merupakan suplai nutrisi yang terdiri atas unsur mikro (A) dan unsur makro (B). Unsur A mengandung campuran kalium nitrat dan zat besi, sedangkan unsur B terdiri atas campuran kalium dihidrogen fosfat, ammonium sulfat, kalium sulfat, seng sulfat, serta berbagai unsur lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman secara optimal, diperlukan suatu sistem yang mampu mengontrol pemberian nutrisi secara otomatis serta memantau tingkat keasaman (pH) [26].

Otomasi dapat mengurangi kesalahan yang umumnya dilakukan oleh manusia serta meningkatkan akurasi dan stabilitas sistem. Dalam penelitian ini, digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai sistem utama untuk memperoleh data dari sensor DS18B20, yang berfungsi mendeteksi kadar ppm atau nutrisi. Nutrisi tersebut akan dialirkan melalui pipa paralon untuk didistribusikan ke tanaman. Air mengalir secara terus-menerus guna mencegah pengendapan nutrisi di dalam pipa paralon, sehingga nutrisi dapat tersalurkan secara merata ke seluruh tanaman [29].

Metode Fuzzy Logic digunakan dalam sistem ini untuk mengatur pemberian nutrisi AB Mix agar sesuai dengan kebutuhan nutrisi tanaman [30]. Untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik serta menentukan kadar nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, diperlukan teknologi IoT. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kadar ppm nutrisi dan pH tanaman secara real-time [31].

Perkembangan Arduino dan IoT di berbagai inovasi sudah banyak digunakan [32], bahkan di dunia rumah tangga sudah banyak yang menggunakan teknologi tersebut sebagai alat bantu dalam melakukan monitoring [33]. Bidang pendidikan juga tidak tertinggal dengan penggunaan teknologi Arduino dalam mendeteksi kehadiran seseorang [34], alat bantu belajar [35]. Ada juga yang menggunakan teknologi tersebut pada dunia bisnis untuk sistem parkir [36], dan

bahkan digunakan untuk membantu mengontrol objek yang digunakan saat pembelajaran [37]. Penerapan kedua teknologi ini juga tidak lepas dari penerapannya di dunia pertanian dan perkebunan [38].

Terdapat beberapa penelitian yang menerapkan Arduino dan IoT dalam melakukan monitoring tanaman, seperti pada penelitian pembuatan sistem monitoring selada menggunakan metode NFT berbasis IoT dan menghasilkan perbedaan pembacaan antara waktu antara sensor dan Blynk yang disebabkan oleh modul ESP 8266 yang sering melakukan riset data secara otomatis dan pembacaan pada Blynk terhenti hingga ESP terkoneksi kembali ke internet [39].

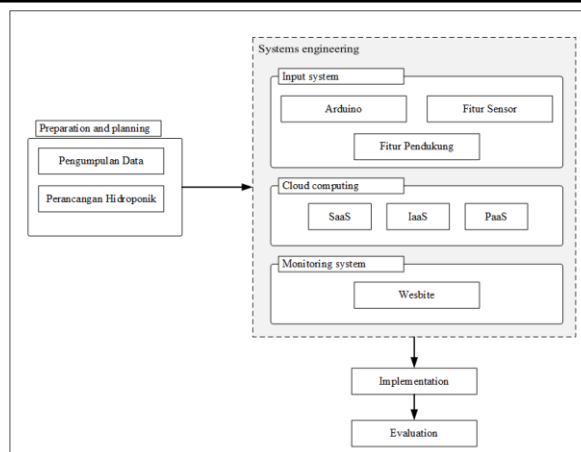
Pada penelitian pengontrolan kepekatan air untuk nutrisi hidroponik menggunakan IoT yang hasilnya menunjukkan perbandingan pembacaan sensor TDS dengan alat ukur biasa pada sistem, di mana nilai rata-rata pembacaan sensor TDS manual dan sensor TDS sistem sebesar 11,90 dengan perhitungan nilai error rata-rata sebesar 0,02%, sehingga pembacaan sensor TDS dianggap baik karena nilai error yang didapatkan tidak melebihi 5% yang merupakan batas toleransi error [40].

Penelitian tentang perancangan sistem budidaya tanaman hidroponik menerapkan IoT, menghasilkan alat hidroponik yang telah diuji coba selama 14 hari. Dalam penelitian tersebut, terdapat perbedaan kondisi tanaman yang ditanam di luar sistem kendali dan pemantauan *smart greenhouse* dengan tanaman yang menggunakan sistem. Tanaman yang tidak menggunakan sistem terlihat kurang sehat di bandingkan dengan yang menggunakan sistem [41].

Berdasarkan permasalahan serta kondisi yang telah dikemukakan, peneliti melakukan penelitian untuk memberikan nutrisi pada budidaya sayuran selada yang menggunakan teknologi Hidroponik yang dikontrol secara serdas dengan Smart Farming berbasis Arduino dan IoT.

## 2. Metode Penelitian

Agar tujuan penelitian tercapai dan dapat berjalan secara maksimal, diperlukan metodologi penelitian yang tepat dan sesuai dengan alur pengembangan dan pengujian hasil penelitian, sehingga metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pendekatan Research and Development (R&D) [42]. Berdasarkan arsitektur dari metode R&D maka alur dari penelitian ini seperti pada gambar 1. Alur penelitian yang diusulkan terbagi menjadi empat bagian utama, yakni *Preparation and Design*, *Systems Engineering*, *Implementation*, dan *Evaluation*.



Gambar 1. Alur Penelitian Pendekatan R&D

### 2.1. Preparation and Design

Tahap awal dalam penelitian adalah melakukan pengumpulan data dengan berbagai metode pengumpulan data yang nantinya data tersebut akan menjadi acuan dalam merancang bentuk tempat tanaman dan perangkat sistem yang akan digunakan.

### 2.2. Systems Engineering

Rekayasa sistem merupakan tahap merangkai perangkat keras yang menjadi sumber inputan pada sistem, penentuan komputasi awan yang digunakan dalam menyimpan data serta pembuatan perangkat lunak yang menjadi sumber keluaran dari data yang diambil dari perangkat keras dan diteruskan kekomputasi awan.

#### a. Input system

Pengambilan data untuk pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik dilakukan menggunakan rangkaian perangkat keras yang menjadi sumber pengambilan data yang terdiri dari Arduino, berbagai sensor serta perangkat keras pendukung lainnya.

#### b. Cloud computing

Komputasi awan adalah metode penyediaan berbagai layanan dengan memanfaatkan teknologi internet. Penyampaian layanan yang digunakan sebagai sumber penyimpanan data pada penelitian ini menggunakan Blynk merupakan sebuah platform aplikasi yang dapat diunduh secara gratis pada perangkat iOS dan Android. Aplikasi ini berfungsi untuk mengendalikan perangkat seperti Arduino, *Raspberry Pi*, dan perangkat sejenis lainnya melalui internet. Blynk dirancang khusus untuk mendukung konsep *Internet of Things* (IoT) dengan tujuan memungkinkan pengendalian perangkat keras dari jarak jauh, menampilkan data sensor, serta menyimpan data layanan (data services).

#### c. Monitoring system

Data yang diambil melalui sensor pada perangkat masukan yang diteruskan melalui komputasi awan akan ditampilkan pada sistem yang digunakan untuk melakukan monitoring. Sistem monitoring menggunakan back-and yang dibangun menggunakan perograman web.

### 2.3. Implementation

Semua perangkat dirangkai menjadi satu kesatuan akan diimplementasikan pada tanaman hidroponik untuk menguji sejauh mana kinerja dari perangkat terus bekerja.

### 2.4. Evaluation

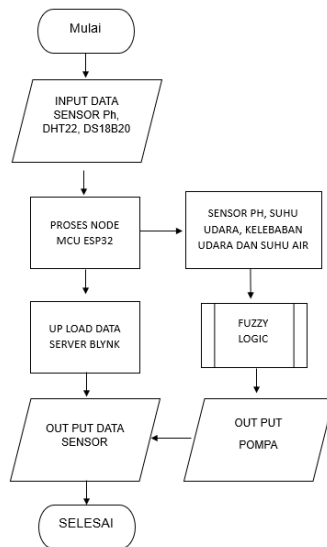
Peneliti melakukan evaluasi pada keseluruhan perangkat berdasarkan hasil yang diperoleh selama masa implementasi untuk mencari tahu apa yang terjadi pada sistem selama masa implementasi dan mencari solusi dari permasalahan yang ditemukan agar sistem yang dibangun dapat bekerja lebih efektif.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan sistem smart farming pada pemberian nutrisi pada tanaman selada menghasilkan sistem otomatisasi pemberian nutrisi selada dengan tahapan arsitektur pendekatan metode R&D.

### 3.1. Preparation and Design

Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data-data yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan hidroponik baik dari sisi perangkat lunak, perangkat keras dan bahan-bahan lainnya. Setelah semua data dan peralatan dikumpulkan, proses perancangan hidroponik dilakukan dengan membuat model dan cara kerja dari sistem yang akan dikembangkan.



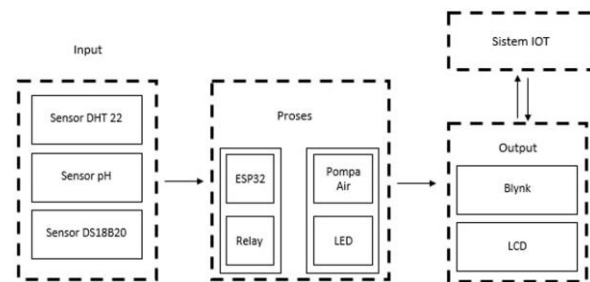
Gambar 2. Flowchart Sistem

Sistem diinisialisasi dan siap untuk membaca data dari berbagai sensor. Data yang terbaca oleh sensor pH sebagai pengukur tingkat keasaman atau basa pada cairan. Sensor DHT22 akan melakukan pengukuran suhu udara dan kelembaban, sedangkan sensor DS18B20 Mengukur suhu air yang akan dikirimkan ke modul pemrosesan (Node MCU ESP32).

Data yang diterima oleh modul pemrosesan akan diolah oleh ESP32 untuk melakukan penghitungan atau

analisis awal, termasuk mengintegrasikan logika fuzzy. Logika fuzzy digunakan untuk menentukan pengendalian sistem berdasarkan data sensor. Apabila pH terlalu rendah atau suhu air terlalu tinggi, fuzzy logic akan menentukan tindakan yang harus diambil seperti menghidupkan atau mematikan pompa air.

Data yang diproses oleh ESP32 diunggah ke Blynk untuk memantau data sensor secara real-time melalui aplikasi untuk mengontrol perangkat jarak jauh. Data yang dihasilkan akan ditampilkan sebagai keluaran untuk pengguna, baik melalui LCD maupun aplikasi Blynk. Logika fuzzy akan menentukan apakah pompa air perlu dinyalakan untuk menstabilkan sistem dalam menyesuaikan pH atau suhu cairan.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

Pada blok inputan terdapat sensor DHT22 yang digunakan sebagai alat untuk mengukur suhu dan kelembaban di lingkungan. Sensor pH berfungsi sebagai inputan yang mendeteksi tingkat keasaman atau basa pada suatu cairan. Sedangkan sensor DS18B20 berfungsi untuk mendeteksi suhu yang lebih spesifik yang biasanya untuk kebutuhan pengukuran suhu pada cairan atau lingkungan tertentu. Data dari ketiga sensor ini dikumpulkan dan dikirimkan ke modul pengolah.

Pada blo proses yang terdiri dari ESP32 yang bertindak sebagai pusat kendali (mikrokontroler), Mengolah data dari sensor, mengatur output seperti pompa air dan LED berdasarkan data sensor, dan menghubungkan sistem ke platform IoT. Relay digunakan sebagai komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol perangkat dengan daya tinggi seperti pompa air. Sedangkan pompa Air akan diaktifkan atau dinonaktifkan berdasarkan logika ketika tingkat pH terlalu rendah atau tinggi, pompa dihidupkan untuk menstabilkan. Dan pada bagian LED akan digunakan sebagai indikasi visual seperti status sistem atau peringatan.

Sistem keluaran yang terdiri dari platform IoT yang digunakan untuk monitoring dan kontrol jarak jauh. Data dari ESP32 dikirimkan ke aplikasi Blynk melalui internet sehingga pengguna dapat memantau sistem secara real-time. LCD sebagai view yang menampilkan data sensor secara langsung di lokasi, seperti suhu, kelembaban, atau nilai pH.

### 3.2. Systems Engineering

Rekayasa sistem merupakan tahap merangkai perangkat keras yang menjadi sumber inputan pada sistem,

penentuan komputasi awan yang digunakan dalam menyimpan data serta pembuatan perangkat lunak yang menjadi sumber keluaran dari data yang diambil dari perangkat keras dan diteruskan kekomputasi awan.

a. *Input system*

Pengambilan data untuk pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik dilakukan menggunakan sensor DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembaban. Sensor pH untuk mendeteksi tingkat keasaman atau basa pada suatu cairan dan data dikumpulkan dari sensor DS18B20 yang mendeteksi suhu.

b. *Cloud computing*

Data yang diperoleh dari sistem inputan akan dikirim melalui Blynk yang merupakan media penyimpanan *cloud computing* melalui teknologi internet yang dapat mengontrol *hardware* dari jarak jauh dan dapat menampilkan data sensor serta dapat menyimpan data services.

c. *Monitoring system*

Proses monitoring dilakukan melalui back-and yang datanya diperoleh dari sensor pada perangkat masukan yang disimpan pada komputasi awan.

3.3. *Implementation*

Semua perangkat dirangkai menjadi satu kesatuan sehingga menghasilkan perancangan smart farming dalam pemberian nutrisi pada tanaman selada hidroponik seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Sistem

Selanjutnya pengujian implementasi dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari tiap-tiap modul yang digunakan dalam rangkaian implementasi smart farming dalam pemberian nutrisi pada tanaman selada hidroponik.

Tabel 1. Pengujian sensor pH

Sensor pH	pH meter digital	Nilai selisih
7.26	7.30	0.04
6.96	6.90	0.06
4.27	4.20	0.07
10.15	10.3	0.12
7.52	7.50	0.02
7.45	7.50	0.05
4.23	4.20	0.03
6.59	6.60	0.01
6.31	6.30	0.01
12.16	12.2	0.14
Rata-rata selisih nilai pH		0.054

Tabel tersebut menjelaskan hasil pengukuran nilai pH menggunakan dua metode, yaitu sensor pH dan pH meter digital, serta selisih nilai antara keduanya. Data menunjukkan bahwa selisih nilai pH pada setiap pengukuran bervariasi, dengan nilai selisih terkecil sebesar 0.01 dan nilai terbesar sebesar 0.14. Rata-rata selisih nilai pH antara kedua metode pengukuran adalah 0.054, menunjukkan bahwa kedua metode memberikan hasil yang relatif konsisten dengan perbedaan yang kecil. Berdasarkan data tersebut menjelaskan bahwa sensor pH memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dibandingkan dengan pH meter digital.

Tabel 2. Pengujian sensor DHT22

Detik	DHT22	Termometer	Nilai selisih
0	27.8	30.3	2.5
10	29.1	32.8	3.7
20	33	35.1	2.1
30	35.5	36.5	1
40	37.2	37.5	0.3
50	38.2	38.6	0.4
60	39.1	39.2	0.1
70	40.1	39.7	0.4
80	40.6	40	0.6
90	40.7	40.3	0.4
100	41	40.5	0.5
110	41.2	40.6	0.6
Rata-rata selisih nilai			0.84

Perbandingan pengukuran suhu antara sensor DHT22 dan termometer pada Tabel 2 memiliki selisih nilai pada setiap pengukuran. Pada awal pengukuran, selisih nilai relatif besar, yaitu 2.5°C, namun cenderung menurun seiring waktu hingga mencapai selisih terkecil sebesar 0.1°C pada detik ke-60. Rata-rata selisih nilai keseluruhan adalah 0.84°C. selisih pengukuran tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup baik dibandingkan termometer pada pengukuran suhu.

Tabel 3. Pengujian suhu air

Sensor suhu DS18B20 (°C)	Thermometer raksa (°C)	Selisih nilai
28.75	28.5	0.25
54	55	1
23.44	23	0.44
21.37	21	0.37
40.19	49	0.19
49.13	49	0.13
28.5	28	0.5
34.94	34.5	0.44
34.19	34	0.19
18.69	18.5	0.19
Rata-rata error		0.37

Hasil pengukuran suhu menggunakan sensor DS18B20 dan termometer raksa memiliki perbedaan nilai di setiap pengukuran. Selisih nilai dari kedua metode berkisar antara 0.13°C hingga 1°C, di mana rata-rata error yang terjadi sebesar 0.37°C. Data tersebut menjelaskan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan termometer raksa.

Tabel 4. Pengujian LCD

Sensor	Keterangan
pH	Menampilkan Pembacaan Sensor
DHT22	Menampilkan Pembacaan Sensor
DS18B20	Menampilkan Pembacaan Sensor

Pengujian LCD dilakukan untuk mengetahui hasil deteksi dari setiap kondisi pembacaan sensor yang telah dipasangkan pada talang hidroponik serta pada boks perangkat. Pengujian ini menghubungkan LCD dengan ESP32 untuk memastikan hasil pembacaan sensor yang digunakan pada perancangan perangkat.

Tabel 5. Pengujian pompa air

Kondisi pembacaan modul	Keterangan
Suhu Udara < 25 °C	Pompa Aktif
Suhu Udara 25-28 °C	Pompa Tidak Aktif
Suhu Udara >28 °C	Pompa Aktif
Kelembaban Udara < 65%	Pompa Aktif
Kelembaban Udara 65-78 %	Pompa Tidak Aktif

Pengujian pompa air dilakukan untuk mendeteksi kondisi pembacaan pompa air yang telah dipasangkan pada bak penampungan air yang telah diberikan nutrisi dan penampungan pembuangan.

Pengujian selanjutnya dilakukan adalah menguji notifikasi pada aplikasi *Blynk* dalam menampilkan indikator suhu udara, kelembapan udara, suhu air, pH air dan LED sesuai dengan pembacaan sensor. Data yang ditampilkan pada tampilan aplikasi *Smart Farmer* yang melakukan memonitor beberapa parameter yang diterapkan pada prototipe hidroponik memiliki empat indikator utama, di mana hasil monitoring yang ditampilkan yaitu pH air sebesar 7.45, suhu air sebesar 23.19°C, suhu udara sebesar 25°C, dan kelembapan udara sebesar 73.3%.



Gambar 5. Notifikasi Blynk

### 3.4. Evaluation

Setelah semua rangkaian terpasang dengan baik sesuai blok digaram yang dirancang, maka proses evaluasi dilakukan untuk mengetahui hasil dari implementasi smart farming yang dibuat. Hasil evaluasi dan analisis dari alat smart farming dalam pemberian nutrisi pada tanaman selada hidroponik menampilkan hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD dan aplikasi

*Blynk* yang selanjutnya akan mendapat aksi pengontrolan sirkulasi air pada tanaman hidroponik secara otomatis.

Keempat indikator yang digunakan pada *smart farming* diberikan batasan atau parameter pengukuran untuk menentukan kinerja dari masing-masing indikator yang digunakan. Parameter pengukuran yang diberikan pada masing-masing indikator pH, suhu udara, kelembapan udara, dan suhu air dibagi kedalam tiga kategori, yakni rendah, sedang, dan tinggi. pH dianggap rendah jika kurang dari 6, sedang jika berada dalam rentang 6-7, dan tinggi jika lebih dari 7. Suhu udara dikategorikan rendah jika di bawah 25°C, sedang antara 25°C hingga 28°C, dan tinggi jika lebih dari 28°C. Kelembapan udara rendah jika kurang dari 65%, sedang antara 65% hingga 78%, dan tinggi jika lebih dari 78%. Sementara itu, suhu air rendah jika di bawah 25°C, sedang antara 25°C hingga 27°C, dan tinggi jika lebih dari 27°C.

Tabel 6. Keterangan indikator

	Rendah	Sedang	Tinggi
pH	< 6,00	6-7	> 7
Suhu Udara	< 25°C	25°C - 28°C	> 28°C
Kelembaban Udara	< 65%	65% - 78%	>78%
Suhu Air	< 25°C	25°C - 27°C	> 27°C

Hasil pengujian yang dilakukan dari keempat indikator yang digunakan, tercatat data pemantauan kondisi lingkungan dan status pompa pada berbagai waktu. pH air bervariasi dari 5,70 hingga 8,22, menunjukkan fluktuasi tingkat keasaman air sepanjang hari. Suhu udara meningkat dari 24,43°C pada pukul 06.00 hingga mencapai puncaknya sebesar 32,37°C pada pukul 14.00, sebelum menurun kembali menjelang malam.

Kelembapan udara berkisar antara 65% hingga 89%, sementara suhu air mengalami kenaikan dari 23°C di pagi hari hingga 31°C pada siang hari sebelum mulai menurun. Status pompa bergantian antara aktif dan tidak aktif, dengan pompa aktif pada waktu tertentu untuk menjaga kestabilan kondisi lingkungan. Data yang dihasilkan dari pengujian sangat penting untuk pengelolaan sistem secara real-time guna mendukung keberlanjutan dan efisiensi operasional.

Tabel 7. Pengujian perangkat

Waktu	pH Air	Suhu udara	Kelembaban	Suhu air	Keterangan
06.00	5,70	24,430	65%	230	Pompa aktif
08.00	6,75	27,870	68%	250	Pompa Tidak Aktif
10.00	8,22	29,940	78%	280	Pompa Aktif
12.00	6,22	32,180	88%	310	Pompa Aktif
14.00	6,32	32,370	89%	300	Pompa Aktif
16.00	6,92	27,310	76%	270	Pompa Tidak Aktif
18.00	6,27	26,240	77%	260	Pompa Tidak Aktif

#### 4. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan dan pengujian terhadap implementasi smart farming menghasilkan protipe pemberian nutrisi pada tanaman selada menggunakan teknologi hidroponik di mana hasil pengujian pendendalian pH air berbasis Internet of Things berhasil. Keberhasilan tersebut ditandai dengan pembacaan sensor pH telah berjalan sesuai dengan hasil perancangan. Dimana prototipe tersebut bekerja pada suhu air paling rendah 23°C dengan kelembaban tanah berada pada rentang 68-77%. Sedangkan pada pengujian pH air, sensor pH membaca tinggi rendahnya air yang membuat pompa bekerja air bekerja secara otomatis. Evaluasi kinerja sistem prototype pengontrolan suhu, pH, serta kelembaban dapat dipantau melalui aplikasi yang terkoneksi antara perangkat android yang telah ditautkan pada sistem aplikasi yang telah dirancang dalam implementasi kesesuaian tampilan pada LCD dan Aplikasi blynk tidak memiliki perbedaan. Sehingga memudahkan dari aspek keamanan serta lebih efisien dalam pengontrolan.

#### Daftar Rujukan

- [1] Halim and Anwar, "Rancang Bangun Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Untuk Tanaman Selada Di Kecamatan Batulicin Kabupaten Tanah Bumbu," *BERNAS J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 1, no. 4, pp. 523-530, 2020, doi: 10.31949/jb.v1i4.515.
- [2] S. Wibowo, "Aplikasi Sistem Aquaponik Dengan Hidroponik Dft Pada Budidaya Tanaman Selada (Lactuca Sativa L.)," *J. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. UNSIQ*, vol. 8, no. 2, pp. 125-133, 2021, doi: 10.32699/ppkm.v8i2.1490.
- [3] A. Abdullah and J. Andres, "Pengaruh Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (Lactuca Sativa L) Secara Hidroponik," *PENDAS Pendidik. Dasar*, vol. 3, no. 1, pp. 21-27, 2021.
- [4] N. Nasution and M. A. Hasan, "IoT Dalam Agrobisnis Studi Kasus : Tanaman Selada Dalam Green House," *It J. Res. Dev.*, vol. 4, no. 2, pp. 86-93, 2019, doi: 10.25299/itjrd.2020.vol4(2).3357.
- [5] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 3, no. 2, pp. 91-98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [6] O. Wang, R. Deaker, and F. Van Ogtrop, "A systematic review of food-waste based hydroponic fertilisers," *Agric. Syst.*, vol. 223, no. July 2024, p. 104179, 2025, doi: 10.1016/j.agsy.2024.104179.
- [7] W. Baye, F. Moges, and D. Andualem, "Effect of hydroponic barley fodder on growth performance, carcass yield and carcass quality of cobb 500 broilers," *Heliyon*, vol. 10, no. 13, p. e33909, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e33909.
- [8] H. Chen *et al.*, "Effect of the residual levofloxacin on hydroponic vegetables with sewage treatment plant tailwater: Microbial community, discharge risk and control strategy," *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 285, no. September, p. 117087, 2024, doi: 10.1016/j.ecoenv.2024.117087.
- [9] B. H. Lee *et al.*, "Nanoplastics indirectly compromise lettuce growth in hydroponic systems via microbial extracellular vesicles derived from *Curvibacter fontanus*," *J. Hazard. Mater.*, vol. 480, no. August, p. 136457, 2024, doi: 10.1016/j.jhazmat.2024.136457.
- [10] P. S. Putra, R. A. Zunaidi, S. Hidayati, H. Mardhiana, and N. Novika, "Proposed Dashboard Concept for TUS MART: Enhancing Aquaponic and Hydroponic Sales Management using the Innovation Canvas Method," vol. 13, pp. 2183-2192, 2024.
- [11] S. Takayama, Q. Zhang, Y. H. Zwe, D. Li, D. Sano, and W. Oishi, "Quantitative microbial risk assessment of antibiotic-resistant *Salmonella enterica* contaminating hydroponic leafy vegetables," *Microb. Risk Anal.*, vol. 27-28, no. June, p. 100330, 2024, doi: 10.1016/j.mran.2024.100330.
- [12] D. K. Hadi, D. A. Wicaksono, R. Angriawan, and A. I. Rita, "Desain Smart Nutrition Monitoring Sistem Teknik Budidaya Hidroponik Kangkung Berbasis Internet of Things," vol. 8, no. 2, pp. 99-109, 2023.
- [13] A. Fauzi, P. S. Dewi, W. Cahyani, and S. N. Hadi, "Penerapan Hidroponik dan Pascapanen Sayuran pada Orang Tua Siswa SDN Karangsalam Kabupaten Banyumas," *Panrita Abdi*, vol. 5, no. 1, pp. 67-79, 2021, [Online]. Available: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/panritaabdi>.
- [14] Fitriani Suyono, N. R. Timisela, and Maisie T. F. Tuhumury, "Rantai Pasok Sayuran Hidroponik Di Pasar Modern Dian Pertiwi Kota Ambon," *J. Agrica*, vol. 16, no. 1, pp. 41-52, 2023, doi: 10.31289/agrica.v16i1.8027.
- [15] W. M. Siagian, G. V. Pardosi, W. A. Manalu, R. A. Saptati, and A. B. Santoso, "Hubungan Harga Komoditas Hortikultura Antar Pasar di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia," *Agro Bali Agric. J.*, vol. 6, no. 3, pp. 670-680, 2023, doi: 10.37637/ab.v6i3.1358.
- [16] E. Rasmikayati *et al.*, "Keterkaitan Antara Karakteristik Konsumen Dengan Tingkat Kepuasan Mereka Dalam Melakukan Pembelian Sayuran Organik Di Pasar Modern Kota Medan," *Jatinangor*, vol. 5, no. 1, p. 45363, 2020.
- [17] M. Mustakim, R. Efendi, and I. R. Sofiany, "Pola Konsumsi Pangan Penduduk Usia Produktif Pada Masa Pandemi Covid-19," *Ikesma*, vol. 17, no. November, p. 1, 2021, doi: 10.19184/ikesma.v0i0.27203.
- [18] Anky Fibrianti, Harsono Teguh S, and Achmad Daengs GS, "Strategi Pemasaran Produk Sayur Hidroponik 'Mount Harvest' Di PT Anugerah Bumi Trawas Surabaya," *J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 11-30, 2024, doi: 10.30640/abdimas45.v3i1.2314.
- [19] M. A. Okuputra, T. R. Faramitha, I. Hidayah, V. N. Siregar, and G. D. Prastio, "Analisis Peluang Usaha Urban Farming: Pengembangan Hidroponik di Desa Karangwidoro Kab. Malang," *J. Manaj.*, vol. 13, no. 1, p. 15, 2022, doi: 10.32832/jm-uika.v13i1.5123.
- [20] I. Ezzahoui, R. A. Abdelouahid, K. Taji, and A. Marzak, "Hydroponic and Aquaponic Farming: Comparative Study Based on Internet of things IoT technologies.," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 191, pp. 499-504, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.07.064.
- [21] A. P. Hartati, "Rancang Bangun Sistem Hidroponik Tanaman Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Thinger.Io," *Politeknik Caltex Riau*, 2024.
- [22] Mahdalena, "Pemanfaatan Budidaya Nilam di Kawasan Pekarangan Sempit Areal Perkotaan," *Mahdalena. JPKPM*, vol. 4, no. 11, pp. 177-184, 2022.
- [23] D. Tiopan and A. R. Kevin, "Quo Vadis Peraturan Perundang-Undangan Di Bidang Pertanian: Tercapainya Kedaulatan Pangan Sebagai Negara Agraris," *J. Komunitas Yust.*, vol. 5, no. 1, pp. 443-453, 2022, doi: 10.23887/jatayu.v5i1.51826.
- [24] A. Adriadi and N. Nursanti, "Pemanfaatan Tanaman Pekarangan Untuk Obat Pada Masyarakat Desa Pulau Sangkar Kecamatan Batang Merangin Kabupaten," *Perbal J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 9, no. 3, pp. 144-150, 2021, [Online]. Available: <http://www.journal.uncp.ac.id/index.php/perbal/article/view/1586%0Ahttps://www.journal.uncp.ac.id/index.php/perbal/article/download/1586/1398>.
- [25] W. Harkandi Kencana, B. Sularso, and V. O. Ilona, "Pelatihan Urban Farming Dengan Hidroponik & Budidaya Tanaman Porang Bernilai Jual Tinggi," *J. Kraith Abdmas*, vol. 4, no. 3, pp. 172-177, 2021.
- [26] M. F. Rustan, M. F. Mansyur, and M. A. Akbar, "Smart Monitoring Hidroponik Berbasis Internet of Things," vol. 4, no. 2, pp. 51-61, 2021, doi: 10.22146/jcis.xxxx.
- [27] I. Yasin, Suwardji, Kusnarta, Bustan, and Fahrudin, "Menggal Potensi Porang Sebagai Tanaman Budidaya Di Lahan Hutan Kemasyarakatan Di Pulau Lombok," *LPPM Univ. Mataram*, vol. 3, no. 622, pp. 9-10, 2021.

- [28] C. M. W. Devan and K. Heri, "Pemantauan Ph Berbasis Nodemcu32 Terintegrasi Bot Telegram Melalui Platform I-Ot.Net," *JIP (Jurnal Inform. Polinema)*, vol. 8, no. 3, pp. 53–62, 2022.
- [29] A. Aribowo, K. A. Sandy, A. S. Putra, and A. R. Mitra, "Metode Budidaya Tauge Dalam Smart Green House Dengan Sistem Penyiraman Otomatis," *J. Fasilkom*, vol. 11, no. 1, pp. 7–15, 2021, doi: 10.37859/jf.v11i1.2470.
- [30] M. A. Ma'ruf and I. Handayani, "Penerapan Teknologi Augmented Reality Pada Produk Kerajinan Rotan Sebagai Media Promosi Berbasis Android," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 5, no. 2, pp. 355–362, 2024, doi: 10.47065/josh.v5i2.4571.
- [31] A. Rahman Sari and Sriani, "Penerapan Logika Fuzzy Sugeno Untuk Optimasi Kualitas Tempe Pada Proses Fermentasi," *J. Fasilkom*, vol. 13, no. 3, pp. 375–381, 2023, doi: 10.37859/jf.v13i3.5942.
- [32] K. Musliadi, P. Yonky, and K. Kaharuddin, "PADrink-Poultry Automatic Drinking System Innovation Using Arduino," *J. Fasilkom*, vol. 14, no. 2, pp. 420–427, 2024, doi: <https://doi.org/10.37859/jf.v14i2.7238>.
- [33] Y. Roza, K. Musliadi, Y. Pernando, I. Syafrinal, and Kaharuddin, "Rancang Bangun Monitoring Debit Air PDAM Rumah Tangga Berbasis Internet of Things (IoT)," *SKANIKA Sist. Komput. dan Tek. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 214–223, 2024.
- [34] Y. Roza, K. Musliadi, and Y. Pernando, "Presence Prototype Model Design Using RFID RC522," *Sci. Lit. Innov. Technol. J.*, vol. 1, no. 02, pp. 26–31, 2024.
- [35] K. Musliadi and P. Yonky, "Perancangan Prototype Alat Penghapus Papan Tulis Otomatis Dengan Koneksi Bluetooth," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 2, no. 2, pp. 67–72, 2022.
- [36] Y. Roza, K. Musliadi, and Y. Pernando, "Pemanfaatan Switch Button Dalam Konversi Sistem Bilangan Biner ke Desimal Untuk Media Pembelajaran," *J. Digit. Ecosyst. Nat. Sustain.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2024.
- [37] M. Kh and Y. Pernando, "BEES : Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Rancang Bangun Prototipe Sistem Parkir Kendaraan Bermotor Dengan Radio Frequency Identification Berbasis Arduino Uno," vol. 3, no. 3, pp. 120–124, 2023.
- [38] H. Abdulqadir Khidir, I. Etikan, D. Hussein Kadir, N. H. Mahmood, and R. Sabetvand, "Bayesian machine learning analysis with Markov Chain Monte Carlo techniques for assessing characteristics and risk factors of Covid-19 in Erbil City-Iraq 2020–2021," *Alexandria Eng. J.*, vol. 78, no. May, pp. 162–174, 2023, doi: 10.1016/j.aej.2023.07.052.
- [39] A. Prasetyo, A. B. Nugroho, and H. Setyawan, "Perancangan Sistem Monitoring Pada Hidroponik Selada (*Lactuca Sativa* L.) Dengan Metode NFT Berbasis Internet of Things (IoT)," *Technol. dan Sist. Komput.*, vol. 5, no. Juli, pp. 15–25, 2022.
- [40] I. W. S. Putra, K. A. Yasa, and A. Ngurah, "Sistem Kontrol Otomatis Kepekatan Air Nutrisi Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT)," *Semin. Nas. Terap. Ris. Ino atif (SENT NOV) ke-VII*, vol. 7, no. 1, pp. 286–293, 2021, [Online]. Available: <https://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/view/979%0Ahttps://proceeding.isas.or.id/index.php/sentrinov/article/download/979/336>.
- [41] A. A. Imansyah, M. Syamsiah, and M. Jakaria, "Rancang Bangun Prototype Sistem Otomatis Dalam Budidaya Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Things)," *J. Innov. Res. Agric.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–13, 2022, doi: 10.56916/jira.v1i1.97.
- [42] Y. Afrianto Singgalen, J. Jend Sudirman No, K. Semanggi, K. Setiabudi, K. Jakarta Selatan, and D. Khusus, "Design and Implementation of Project Management for Self-Branding Website Using Rapid Application Development," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 819–828, 2024, doi: 10.47065/josh.v5i3.5075.