



Design and Construction of IoT-Based Hydroponic Plant Monitoring Tool Utilizing Liquid Fertilizer from Waste

Rancang Bangun Alat Monitoring Tanaman Hidroponik dengan Pemanfaatan Pupuk Cair Limbah Sampah Berbasis IoT

Apriliana¹, Slamet Widodo², Herlambang Saputra³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Indonesia

E-Mail: ¹apriliana384@gmail.com, ²slametwidodo@polsri.ac.id, ³herlambang@polsri.ac.id

Makalah: 08 Agustus 2025; Diperbaiki 11 Agustus 2025; Disetujui 21 Agustus 2025
Corresponding Author: Apriliana

Abstrak

Indonesia sebagai negara agraris menghadapi tantangan keterbatasan lahan pertanian akibat urbanisasi yang meningkat. Sistem hidroponik menjadi media untuk mengatasi permasalahan tersebut, seperti tanaman selada (*Lactuca sativa*). Mayoritas petani masih menggunakan cara manual dalam penanaman tanaman sehingga tidak konsisten untuk memantau tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat monitoring yang diteliti sebelumnya. Pengembangan yang dilakukan pada alat ini dengan menambahkan fitur kamera berbasis Internet of Things. Metode yang dilakukan meliputi pembuatan pupuk cair melalui fermentasi limbah rumah tangga dengan cairan EM4 dan molase, serta perancangan sistem berbasis sensor ESP32 yang terhubung dengan sensor pH, sensor TDS, sensor DHT11, dan modul kamera ESP32-CAM. Data sensor ditampilkan pada LCD dan dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja dengan baik dalam monitoring tanaman dengan koneksi WiFi sensor ESP32 terhubung hingga jarak 10 meter, nilai sensor pH memiliki rata-rata error 4.6% sebelum pemupukan dan 5% sesudah pemupukan, sedangkan sensor TDS memiliki rata-rata error 6% sebelum pemupukan dan 10.8% sesudah pemupukan. Sensor DHT11 mencatat suhu lingkungan antara 27–31°C dan kelembapan 67–71%.

Keyword: Monitoring, hidroponik, internet of things, modul kamera ESP32-CAM, sensor

Abstract

Indonesia as an agricultural country faces the challenge of limited agricultural land due to increasing urbanization. Hydroponic systems are a medium to overcome these problems, such as lettuce (*Lactuca sativa*). The majority of farmers still use manual methods in planting crops so they are inconsistent in monitoring crops. This study aims to develop a monitoring tool that was previously studied. The development carried out on this tool by adding an Internet of Things-based camera feature. The method used includes making liquid fertilizer through fermentation of household waste with EM4 liquid and molasses, as well as designing an ESP32 sensor-based system connected to a pH sensor, TDS sensor, DHT11 sensor, and ESP32-CAM camera module. Sensor data is displayed on the LCD and sent in real-time to the Blynk application. The results of the study show that the system is able to work well in monitoring plants with a WiFi connection of the ESP32 sensor connected up to a distance of 10 meters, the pH sensor value has an average error of 4.6% before fertilization and 5% after fertilization, while the TDS sensor has an average error of 6% before fertilization and 10.8% after fertilization. The DHT11 sensor records ambient temperature between 27–31°C and humidity 67–71%.

Keyword: Monitoring hydroponics, internet of things, ESP32-CAM camera module, sensor

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara agraris mayoritas penduduknya bermata pencaharian pada sektor pertanian. Secara geografis Indonesia memiliki tanah yang subur, iklim tropis dan curah hujan yang mendukung untuk bercocok tanam. Berdasarkan SUSENAS 2018 konsumsi sayur-sayuran di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 27,86% saat ini pemerintah menargetkan peningkatan pada tingkat konsumsi sayur dan buah di Indonesia hingga mencapai 316,3 gram/kapita/tahun pada tahun 2024, sehingga kebutuhan sayur diperkirakan akan semakin meningkat [1]. Namun, seiring berjalannya waktu lahan pertanian semakin terbatas akibat urbanisasi yang pesat karena dialihfungsikan menjadi kawasan industri dan pemukiman.

Oleh karena itu, masyarakat Indonesia memiliki inovasi dalam bercocok tanam, salah satunya adalah sistem hidroponik. Hidroponik berasal dari kata hydro yang berarti air dan ponos yang berarti kerja. Hidroponik adalah

budidaya tanaman menggunakan media air sebagai pengganti tanah [2]. Salah satu tanaman yang sering dibudidayakan dengan sistem hidroponik adalah selada (*Lactuca sativa*) dengan waktu pertumbuhan yang relatif singkat sekitar 30-45 hari sampai mencapai masa panen. Metode ini sangat cocok untuk diterapkan di lingkungan perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan serta lebih efisien dalam penggunaan air dan pupuk. Tanaman hidroponik juga memiliki potensi ekonomi yang tinggi, menghasilkan produk yang lebih bersih dan sehat.

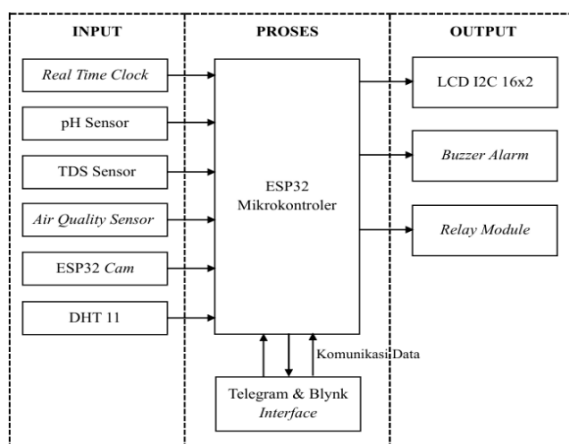
Untuk menghasilkan tanaman hidroponik yang sehat diperlukan pemberian nutrisi dan pemupukan yang cukup. Pemupukan dapat memanfaatkan limbah organik dari sampah rumah tangga yang diolah menjadi pupuk cair organik dengan penambahan cairan EM4 dan molase untuk mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kandungan mikroorganisme baik dalam pupuk dengan adanya kandungan Nitrogen, Fosfor, dan Kalium. Cairan EM4 (*Effective Mikroorganism 4*) adalah cairan berwarna kecoklatan yang berisi mikroba penghasil enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa dalam limbah [3]. Cairan Molase merupakan cairan kental berwarna coklat kehitaman hasil dari pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum*) yang mengandung 20% air, 3,5% protein, 58% karbohidrat, 0,80% Ca, 0,10% pospor, 35% sukrosa, 9% fruktosa dan 7% glukosa [4]. Penggunaan pupuk dari limbah sampah dapat bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan, menjadi solusi alternatif yang ekonomis dan mudah diakses oleh masyarakat. Selain nutrisi, untuk memudahkan petani dalam membudidayakan tanaman hidroponik diperlukan alat monitoring yang dilengkapi sensor ESP32, sensor pH, sensor TDS, sensor DHT11 dan Modul Kamera ESP32-CAM berbasis IoT yaitu segala aktivitas berinteraksi dilakukan dengan memanfaatkan jaringan internet sebagai infrastruktur utama dalam menghubungkan objek-objek tertentu [5].

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tri Rahajoeningroem dan Asgia Setya Mardika pada tahun 2021 menyatakan bahwa limbah cair tahu dapat dijadikan pupuk organik cair sebagai larutan nutrisi tanaman selada dalam sistem hidroponik NFT yang dilengkapi dengan sensor pH, sensor TDS dan suhu, serta dikendalikan oleh mikrokontroler ATmega 2560 [6]. Sedangkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh T. Adrian Refriansyah pada tahun 2023 menyatakan bahwa sistem monitoring tanaman hidroponik menggunakan Arduino Uno, ESP8266 dan Blynk untuk memantau dan mengontrol nilai pH, TDS dan suhu pada tanaman [7]. Sehingga penelitian ini dibuat dengan tujuan mengembangkan dan merancang sistem monitoring tanaman hidroponik dengan pemanfaatan pupuk cair dari limbah sampah berbasis IoT dan monitoring kondisi tanaman melalui *smartphone*. Oleh karena itu, penelitian ini mengangkat tema terkait dengan “Rancang Bangun Alat Monitoring Tanaman Hidroponik dengan Pemanfaatan Pupuk Cair Limbah Sampah Berbasis IoT”.

2. METODE DAN BAHAN

2.1 Blok Diagram

Blok diagram berbentuk kotak (blok) yang menunjukkan alur kerja suatu alat, mulai dari tahap masukan (*input*), proses hingga keluaran (*output*), sehingga dapat mempermudah menganalisa dan merancang cara kerja rangkaian [8]. Perancangan alat monitoring tanaman hidroponik yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok Diagram

2.2 Spesifikasi Hardware

Spesifikasi *hardware* yang digunakan pada proses pembuatan alat monitoring tanaman hidroponik pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Hardware

No	Nama Hardware	Keterangan
1.	Relay	Mengontrol perangkat dari jarak jauh.
2.	Sensor pH	Mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air.
3.	Sensor TDS	Mengukur jumlah zat padat terlarut dalam air.

4.	Sensor DHT11	Mengukur suhu dan kelembaban lingkungan.
5.	Sensor ESP32	Mengontrol <i>input</i> dan <i>output</i> sensor.
6.	Modul Kamera ESP32-CAM	Menangkap gambar untuk monitoring visual.
7.	LCD I2C 16x2	Menampilkan hasil pembacaan sensor
8.	Kotak Alat	Sebagai wadah pelindung semua rangkaian.

2.3 Spesifikasi Software

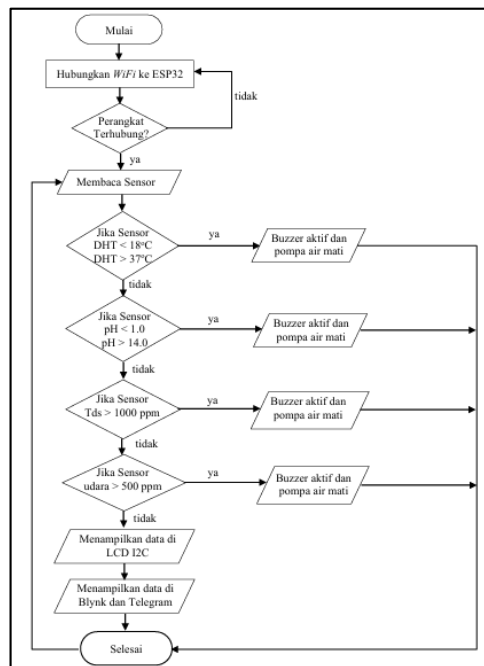
Spesifikasi software yang digunakan pada proses pembuatan alat monitoring tanaman hidroponik dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Spesifikasi Software

No	Nama Software	Keterangan
1.	Windows 11	Sebagai sistem operasi.
2.	Arduino IDE	Sebagai aplikasi program.
3.	Telegram	Sebagai media pengiriman gambar.
4.	Blynk	Sebagai tempat pengiriman data sensor.

2.4 Flowchart

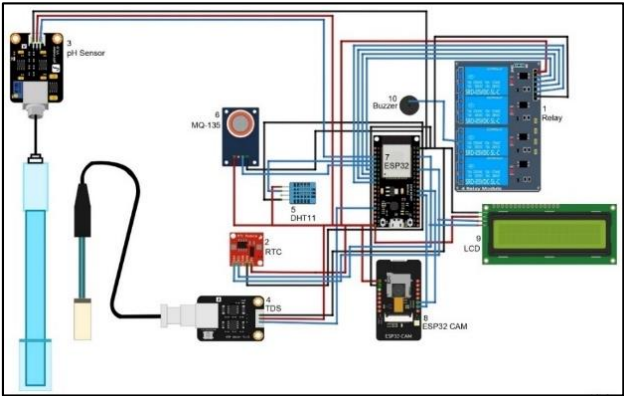
Flowchart merupakan penggambaran dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. Flowchart dapat membantu menganalisis proses dalam pembuatan alat [9]. Flowchart alat monitoring pertumbuhan tanaman hidroponik dapat dilihat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Flowchart Alat Monitoring Tanaman Hidroponik

2.5 Skema Rangkaian Keseluruhan

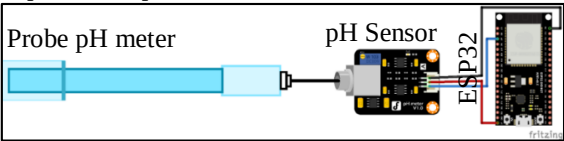
Pada tahap awal perancangan alat diperlukan skema rangkaian keseluruhan untuk merangkai tata letak komponen yang berfungsi untuk menunjukkan posisi dari berbagai komponen dan menunjukkan bagaimana komponen-komponen tersebut saling terhubung sehingga memudahkan dalam perancangan. Pembuatan rangkaian dan layout pada tugas akhir ini menggunakan aplikasi fritzing. Berikut merupakan skema rangkaian alat untuk monitoring dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Skema Rangkaian Keseluruhan

2.6 Skema Rangkaian Sensor pH

Skema rangkaian sensor pH dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema Rangkaian Sensor pH

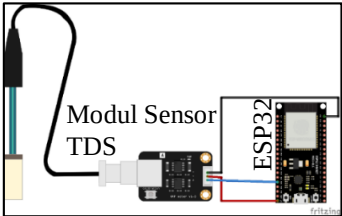
Berikut tabel koneksi penghubung antara sensor pH ke Sensor ESP32.

Tabel 3. Koneksi Sensor pH ke Sensor ESP32

Pin Sensor pH	Pin ESP32
VCC	VCC
GND	GND
Out	SVP/IO36

2.7 Skema Rangkaian Sensor TDS

Skema rangkaian sensor TDS (*Total Dissolved Solids*) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Skema Rangkaian Sensor TDS

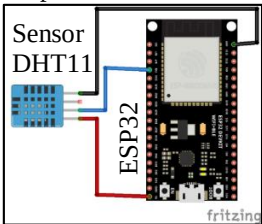
Berikut merupakan tabel koneksi penghubung antara sensor TDS ke ESP32.

Tabel 4. Koneksi Sensor TDS ke Sensor ESP32

Pin Sensor TDS	Pin ESP32
VCC	VCC
GND	GND
SIG	IO13

2.8 Skema Rangkaian Sensor DHT11

Skema rangkaian sensor DHT11 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Skema Rangkaian Sensor DHT11

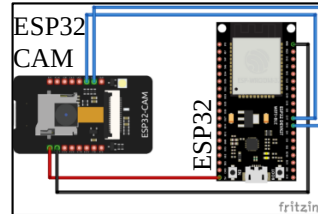
Sensor DHT11 adalah sensor yang mengukur suhu dan kelembaban udara sekitar dengan tingkat stabilitas yang sangat baik dan akurat [10]. Berikut merupakan tabel koneksi penghubung antara sensor DHT11 ke sensor ESP32.

Tabel 5. Koneksi Sensor DHT11 ke Sensor ESP32

Pin Sensor DHT11	Pin ESP32
VDD (5V)	VCC
GND	GND
Data	SVN/IO39

2.9 Skema Rangkaian Modul Kamera ESP32-CAM

Modul kamera ESP32-CAM adalah modul versi kamera OV2640 dilengkapi koneksi *WiFi* dan *Bluetooth* yang *low* konsumsi serta slot MicroSD [11]. Skema rangkaian modul kamera ESP32-CAM dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Skema Rangkaian ESP32 CAM

Berikut tabel koneksi penghubung antara modul kamera ESP32-CAM ke sensor ESP32.

Tabel 6. Koneksi Modul Kamera ESP32-CAM ke Sensor ESP32

Pin Sensor ESP32 CAM	Pin ESP32
VCC	VCC
GND	GND
GPIO3/RX	IO17
GPIO1/TX	IO16

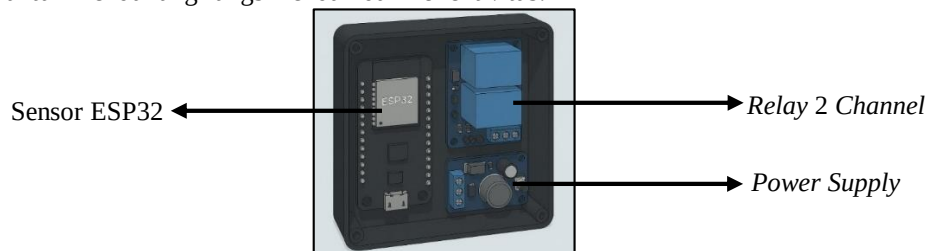
2.10 Sketsa Rangkaian Alat

Sketsa perancangan alat ini dibuat sebagaimana bentuk alat yang akan dibuat, sketsa dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Tampak Depan Alat

Tampak dalam alat terdiri dari mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, modul *relay* dan *Power Supply* yang disusun untuk mendukung fungsi kendali dan konektivitas.



Gambar 9. Tampak Dalam Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

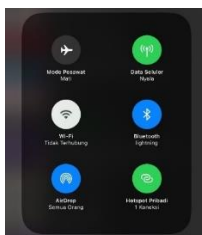
3.1 Pengujian Sensor ESP32

Sensor ESP32 adalah sistem berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan *WiFi* dan kemampuan *Bluetooth* dua mode untuk mengetahui jarak jangkauan pada sensor. [12]. Tahapan sinkronisasi *WiFi* dilakukan dengan media *hosspot* melalui *smartphone*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak jaringan *WiFi* yang digunakan agar terkoneksi dengan ESP32. Langkah pertama, hubungkan terlebih dahulu sensor ESP32 ke adaptor hingga LED menyala pada Gambar 10.



Gambar 10. Sensor ESP32 Menyala

Langkah selanjutnya hidupkan *hospot* pada *smartphone*, tunggu sampai sensor ESP32 berhasil terhubung ke *hospot smartphone* seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Device terhubung

Selanjutnya pengujian pada sensor ESP32 dilakukan untuk mengetahui apakah *internet* terhubung jika jarak antara *Wifi* dan sensor ESP32 jauh.

Tabel 7. Data Pengujian Sensor ESP32

Percobaan	Jarak (m)	Hasil
1	1	Terkoneksi
2	3	Terkoneksi
3	6	Terkoneksi
4	9	Terkoneksi
5	12	Terkoneksi
6	15	Terkoneksi
7	17	Terkoneksi
8	20	Terkoneksi
9	23	Terkoneksi
10	25	Jaringan Terputus

Berdasarkan data hasil pengujian sensor ESP32 diatas yang dilakukan sebanyak 10 kali dengan jarak 1-25 meter. Hasilnya menunjukkan bahwa koneksi internet tetap terhubung hingga jarak koneksi maksimal 10 meter. Pada jarak lebih dari 10 meter, sensor ESP32 akan mengalami gangguan koneksi dan kehilangan sinyal.

3.2 Pengujian Sensor pH

Sensor pH adalah sensor yang mendeteksi nilai pH air untuk membantu meningkatkan dan memantau kadar pH air dari pencemaran air [13]. Pada pengujian ini yang dilakukan yaitu memasukkan sensor pH dan pH meter kedalam air yang telah dilarutkan dengan pupuk cair organik. Untuk menghitung *error* atau selisih dari pH meter dan sensor pH dapat dilihat rumusnya pada Gambar 12 sebagai berikut :

$$\text{pH} : \frac{\text{pH meter}}{\text{Sensor pH}} \times 100$$

$$\text{Error} : 100 \% - \text{Nilai pH}$$

Gambar 12. Perhitungan Nilai pH

Berikut data hasil pengujian sensor pH dan pH meter sebelum diberi pupuk cair dapat dilihat pada Tabel 8.

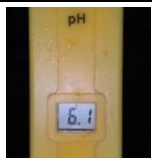
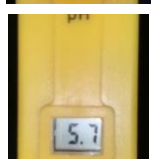
Tabel 8. Data Pengujian Sensor pH Sebelum diberi Pupuk

No	Gambar pH Meter	Gambar Sensor pH	pH Meter	Sensor pH	Error (%)
1.			6.8	6.9	1.5%

2.			7.3	7.0	4.2%
3.			7.6	7.0	8.5%
4.			7.4	7.7	3.9%
5.			7.3	7.7	5.2%
Rata-rata				4.6%	

Pengukuran pH menggunakan dua alat yaitu pH meter dan sensor pH yang terhubung ke sensor ESP32. Pada pengujian pertama, pH meter menunjukkan nilai 6.8 bersifat asam lemah sedangkan sensor pH membaca 6.9 bersifat hampir netral. Selisih dari pembacaan pH menghasilkan *error* 1.5%. Pengujian kedua pH meter menghasilkan nilai 7.3 bersifat basa ringan dan sensor pH menghasilkan nilai 7.0 bersifat netral. *Error* yang dihasilkan dari pembacaan yaitu 4.2%. Pengujian ketiga pH meter menghasilkan nilai 7.6 bersifat basa ringan dan sensor pH menghasilkan nilai 7.0 bersifat netral menghasilkan *error* dengan nilai 8.5%. Pengujian keempat pH meter menghasilkan nilai 7.4 bersifat basa ringan dan sensor pH menghasilkan nilai 7.7 bersifat basa lemah menghasilkan *error* dengan nilai 3.9%. Pengujian kelima pH meter menghasilkan nilai 7.3 bersifat basa ringan dan sensor pH menghasilkan nilai 7.7 bersifat basa lemah menghasilkan *error* dengan nilai 5.2%. Dari lima pengujian ini rata-rata *error* yang dihasilkan adalah 4.6% yang masih dianggap layak untuk tanaman hidroponik. Pengujian selanjutnya mengenai sensor pH dan pH meter sesudah diberi pupuk cair.

Tabel 9. Data Pengujian Sensor pH Sesudah diberi Pupuk

No	Gambar pH Meter	Gambar Sensor pH	pH Meter	Sensor pH	Error (%)
1.			6.1	5.9	3.3%
2.			5.7	6.1	6.6%
3.			5.5	5.7	3.6%
4.			5.7	6.0	5%

5.			5.5	5.9	6.8%
Rata-rata					5%

Berdasarkan tabel diatas pada pengujian pertama pH meter menunjukkan nilai 6.1 bersifat asam lemah dan sensor pH menunjukkan nilai 5.9 bersifat asam lemah menghasilkan *error* sebesar 3.3%. Pengujian kedua pH meter menunjukkan nilai 5.7 bersifat asam lemah dan sensor pH menunjukkan nilai 6.1 bersifat asam lemah menghasilkan *error* sebesar 6.6%. Pengujian ketiga pH meter menunjukkan nilai 5.5 bersifat asam lemah dan sensor pH menunjukkan nilai 5.5 bersifat asam lemah menghasilkan *error* sebesar 3.6%. Pengujian keempat pH meter menunjukkan nilai 5.7 bersifat asam lemah dan sensor pH menunjukkan nilai 6.0 bersifat asam lemah menghasilkan *error* sebesar 5%. Pengujian kelima pH meter menunjukkan nilai 5.5 bersifat asam lemah dan sensor pH menunjukkan nilai 5.9 bersifat asam lemah menghasilkan *error* sebesar 6.8%. Dari lima pengujian ini rata-rata *error* yang dihasilkan adalah 5% yang masih dianggap layak untuk tanaman hidroponik. Berdasarkan standar praktis $error \leq 5\%$ baik atau layak, *error* 5-10% cukup tapi perlu kalibrasi rutin dan *error* $> 10\%$ tidak layak sensor harus dikalibrasi atau diganti. Untuk tanaman hidroponik selada nilai pH yang dibutuhkan bernilai 5.5-6.5 yang bersifat asam lemah. Jika larutan pH terlalu asam < 5.5 maka akar bisa rusak dan nutrisi berkurang. Jika larutan terlalu basa > 6.5 beberapa nutrisi seperti zat besi (Fe) tidak larut dan tanaman kurang unsur hara.

3.3 Pengujian Sensor TDS

Sensor TDS adalah sensor yang mengukur jumlah padatan terlarut yang berada dalam air dengan satuan *part per million* (ppm) atau miligram per liter (mg/L) [14]. Pengujian sensor TDS dilakukan untuk mengukur dan mengevaluasi kinerja sensor dalam mendeteksi tingkat padatan terlarut pada larutan air nutrisi (dalam satuan ppm). Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor TDS dengan alat ukur TDS meter. Langkah pengujian yaitu dengan memasukkan sensor TDS dan TDS meter ke dalam air yang telah dilarutkan dengan pupuk cair organik. Untuk menghitung *error* atau selisih dari TDS meter dan sensor TDS dapat dilihat rumusnya dibawah ini.

$$\text{TDS : } \frac{\text{TDS meter}}{\text{Sensor TDS}} \times 100$$

$$\text{Error : } 100\% - \text{Nilai TDS}$$

Gambar 13. Perhitungan Nilai TDS

Data hasil pengujian sensor TDS dan TDS meter sebelum diberi pupuk cair dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data Pengujian Sensor TDS Sebelum diberi Pupuk

No	Gambar TDS Meter	Gambar Sensor TDS	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS	Error (%)
1.			53	49	8.1%
2.			55	52	5.7%
3.			71	68	4.4%
4.			61	65	6.2%

5.			53	50	6%
Rata-rata					6%

Berdasarkan tabel data pengujian sensor TDS sebelum diberi pupuk, pada pengujian pertama TDS meter menunjukkan nilai 53 ppm dan sensor TDS menunjukkan nilai 49 ppm, menghasilkan *error* sebesar 8.1%. Pengujian kedua, TDS meter membaca 55 ppm dan sensor TDS membaca 52 ppm, dengan *error* sebesar 5.7%. Pada pengujian ketiga, TDS meter menunjukkan 71 ppm dan sensor TDS membaca 68 ppm, menghasilkan *error* sebesar 4.4%. Pengujian keempat TDS meter menunjukkan 61 ppm dan sensor TDS membaca 65 ppm, menghasilkan *error* sebesar 6.2%. Terakhir, pada pengujian kelima TDS meter menunjukkan nilai 53 ppm dan sensor TDS membaca 50 ppm, menghasilkan *error* sebesar 6.0%. Berikut data hasil pengujian sensor TDS dan TDS meter sesudah diberi pupuk cair.

Tabel 11. Data Pengujian Sensor TDS Sesudah diberi Pupuk

No	Gambar TDS Meter	Gambar Sensor TDS	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS	Error (%)
1.			196	171	14.6%
2.			668	635	5.1%
3.			763	701	8.8%
4.			717	760	5.7%
5.			767	634	20%
Rata-rata					10%

Berdasarkan tabel di atas, pada pengujian pertama TDS meter menunjukkan nilai 196 ppm sedangkan sensor TDS menunjukkan 171 ppm, menghasilkan *error* sebesar 14.6%. Pada pengujian kedua TDS meter membaca 668 ppm dan sensor TDS membaca 635 ppm, menghasilkan *error* sebesar 5.1%. Pengujian ketiga, TDS meter menunjukkan 763 ppm dan sensor TDS membaca 701 ppm, menghasilkan *error* sebesar 8.8%. Pengujian keempat TDS meter menunjukkan nilai 717 ppm dan sensor TDS membaca 760 ppm, dengan *error* sebesar 5.7%. Sedangkan pada pengujian kelima, TDS meter menunjukkan nilai 767 ppm dan sensor TDS membaca 634 ppm, menghasilkan *error* tertinggi yaitu 20%. Dari lima pengujian ini, diperoleh rata-rata *error* sebesar

10% menunjukkan adanya peningkatan *error* dibandingkan sebelum pemupukan. Hal ini disebabkan oleh perubahan konduktivitas larutan setelah pupuk cair ditambahkan yaitu meningkatnya konsentrasi ion-ion terlarut. Untuk tanaman selada nilai TDS optimal berada pada rentang 700–1000 ppm, sedangkan pada selada kurang dari 2 minggu masa tanam rentang TDS antara 100–200 ppm.

3.4 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan untuk menguji kinerja alat secara keseluruhan apakah alat bekerja dengan baik dengan membaca sensor pH, sensor TDS dan sensor DHT11. Data keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Data Keseluruhan Monitoring Tanaman Hidroponik

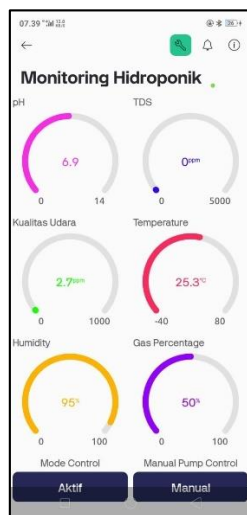
No	Tanggal	Sensor pH	Sensor TDS (ppm)	Suhu	Kelembapan	Foto Tanaman
1.	30 Mei 2025	5.8	180	28°C	69%	
2.	04 Juni 2025	6.0	195	30°C	70%	
3.	16 Juni 2025	5.7	725	29°C	67%	
4.	27 Juni 2025	6.1	755	31°C	71%	
5.	3 Juli 2025	5.9	780	28°C	67%	

Dari pengujian pada tabel diatas nilai pH berkisar antara 5.7-6.1 bersifat asam lemah dan berada pada rentang pH ideal untuk tanaman selada. Pada awal pengamatan (30 Mei dan 04 Juni) nilai TDS sebesar 180 dan 195 ppm cocok untuk masa awal pertumbuhan selada yang kurang dari 2 minggu sehingga selada dapat beradaptasi dengan kualitas lingkungannya. Setelah masa pertumbuhan lebih dari 2 minggu nilai TDS yang digunakan akan meningkat sesuai dengan rentang nilai TDS optimal yaitu 700-1000 ppm.

Suhu selama masa pengamatan berkisar antara 28-31°C yang masih berada pada suhu normal untuk tanaman selada. Suhu yang melebihi batas dapat menyebabkan peningkatan laju penguapan, penurunan kadar oksigen dalam larutan, dan terganggunya metabolisme tanaman, sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan melambat. Untuk mengatasinya yaitu dengan pemasangan paranet sebagai peneduh dan menghindarkan sistem hidroponik dari paparan langsung sinar matahari pada siang hari. Kelembapan pada pengamatan berkisar antara 67-71% termasuk rentang ideal kelembapan untuk tanaman selada yaitu 60%-80%. Kelembapan dapat menjaga keseimbangan penguapan dan mencegah tanaman stress akibat udara kering.

3.5 Pengiriman Data ke Aplikasi Blynk

Sebelum data dapat dikirim ke aplikasi *Blynk* pastikan perangkat terhubung ke jaringan *internet*. *Blynk* adalah aplikasi gratis untuk iOS dan Android berfungsi untuk mengontrol Arduino, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet dari jarak jauh [15]. Data yang dikirim meliputi pembacaan sensor seperti sensor pH, sensor TDS dan sensor DHT11, data akan ditampilkan secara *real time* dalam aplikasi *Blynk*.



Gambar 14. Data di Aplikasi Blynk

4. KESIMPULAN

Dari pengujian pada alat monitoring tanaman hidroponik dengan pemanfaatan pupuk cair limbah sampah berbasis IoT, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Jarak agar jaringan WiFi tetap terkoneksi pada sensor ESP32 paling jauh yaitu 10 meter.
2. Aplikasi Blynk akan mengirimkan notifikasi ke *smartphone* untuk data kondisi sekitar tanaman hidroponik dan dapat mengontrol pompa secara manual dan otomatis sehingga memudahkan bagi pengguna mengaplikasikannya.
3. Sensor pH menunjukkan hasil rata-rata *error* 4.6% sebelum pemupukan dan 5% setelah pemupukan dengan rentang pH untuk tanaman selada 5.5-6.2.
4. Sensor TDS memiliki rata-rata *error* 6% sebelum pemupukan dan 10.8% setelah pemupukan dengan rentang nutrisi tanaman selada berkisar 700-1000 ppm dan untuk tanaman kurang dari 2 minggu 100-200 ppm.
5. Sensor DHT11 mencatat suhu lingkungan antara 27–30°C dan kelembapan 60%–75%.

REFERENSI

- [1] Halizah, Sitti Aida A. Taridala, and Ilma Sarimustaqiyma Rianse, "Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Konsumen dalam Membeli Sayur Kelor (*Moringa Oleifera*) di Pasar Mandonga Kota Kendari," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 5, no.2, pp. 1200-1213, 2025.
- [2] Nandika, Reza, and Amrina, "Sistem Hidroponik Berbasis IoT," *Sigma Teknika*, vol. 4, no.1, pp. 1-8, 2021.
- [3] Molo, Nelcy Jessica, Gustaf Oematan, and Grace Maranatha, "Pengaruh Level dan Lama Waktu Fermentasi Tongkol Jagung Menggunakan EM4 terhadap Kandungan Protein Kasar, Lemak Kasar, Kadar Abu, dan Energi: Indonesia," *Animal Agricultura*, vol. 1, no.2, pp. 59-68, 2023.
- [4] Santosa, Budi, Wirawan Wirawan, and Rikawanto Eko Muljawan, "Pemanfaatan Molase sebagai Sumber Karbon Alternatif dalam Pembuatan Nata De Coco," *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 10, no.2, pp. 61-69, 2019.
- [5] Indrawan, Muchtar, Purwito, Sultan and Alkautsar, "Perancangan ATS/AMF Berbasis IoT," *Jurnal Teknologi ElektriKa*, vol.18, no.1, pp. 27-34, 2021.
- [6] Mardika, Asgia Setya, and Tri Rahajoeningroem, "Sistem Kendali dan Monitoring Parameter Limbah Cair Tahu sebagai Larutan Nutrisi Tanaman Hidroponik Bebas Internet of Things," *Telekontran: Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali dan Elektronika Terapan*, vol. 9, no.1, pp. 48-59, 2021.
- [7] Refriansyah, T. Adrian, "Perancangan Prototipe Sistem Monitoring dan Kontrol Hidroponik Pada Tanaman Selada Berbasis IoT," UIN Ar-Raniry Banda Aceh, 2024.
- [8] Unang, "Analisis Implementasi Pengukuran Suhu Tubuh Manusia dalam Pandemi Covid-19 di Indonesia," *Pixel: Jurnal Ilmiah Komputer Grafis*, vol. 13, no.2, pp. 102-106, 2020.
- [9] Tubagus, Rezkyanti, and Sabira, "Penggunaan Sensor Posisi pada Prototipe Mobile Robot Pertanian Berbasis IoT," *Jurnal Politeknik Negeri ujung Pandang*, 2023.
- [10] Barri, Pramudita, and Wirawan, "Prototipe Sistem Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Soil Moisture dan Sensor DHT11," *ELECTROPS: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2023.
- [11] Tuminanto and Subinarto, "Algoritma dan Pemrograman," Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018.
- [12] Suharjo, "Prototipe Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 dan

- Telegram Bot Berbasis IoT,” *Journal Of Information System And Artificial Intelligence*, vol. 1, no.1, pp. 17-24, 2020.
- [13] Safiroh, Nama, and Komarudin, “Sistem Pengendalian Kadar pH dan Penyiraman Tanaman Hidroponik Model Wick System.” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 10, no.1, 2022.
- [14] Chuzaini and Dzulkiflih, “IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu, pH, dan Total Dissolved Solids (TDS),” *Inovasi Fisika Indonesia*, vol.11, no.3, pp. 46-56, 2022.
- [15] Rhendy and Arif Rahman Hakim, “Perancangan dan Implementasi Keran Air Otomatis dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino,” *Computer and Science Industrial Engineering (COMASIE)*, vol.1, no.01, pp. 92-101, 2019.