



## Rancang Bangun Sistem Penyiraman Nutrisi Otomatis Berbasis ESP32 dan IoT Blynk untuk Kebutuhan Tanaman Selada Hidroponik Drip

Muhammad Fikri Mubarak<sup>1\*</sup>, Nadira Alfiyantika<sup>2</sup>, Jeki Parlindungan Simarmata<sup>3</sup>, Eka Dodi Suryanto<sup>4</sup>, Dian Putra Saragi<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Jalan William Iskandar Pasar V, Medan, Sumatera Utara, Indonesia, 20221

\*Penulis Korespondensi: [muhammadfikry2244@gmail.com](mailto:muhammadfikry2244@gmail.com), [nadirayntka99@gmail.com](mailto:nadirayntka99@gmail.com), [jekiparl66@gmail.com](mailto:jekiparl66@gmail.com), [ekadodisuryanto@unimed.ac.id](mailto:ekadodisuryanto@unimed.ac.id), [dianpsaragi@unimed.ac.id](mailto:dianpsaragi@unimed.ac.id)

**Abstract.** This research aims to design and build a prototype of an automatic nutrient irrigation system for hydroponic lettuce plants using the drip method based on ESP32 and the Internet of Things (IoT) using the Blynk platform. The system monitors pH, Total Dissolved Solids (TDS), temperature, humidity, water level, and nutrient flow volume using a 4502C pH sensor, a TDS Meter V1.0 sensor, a DHT11 sensor, an HC-SR04 ultrasonic sensor, and a YF-S201 water flow sensor. The system also utilizes a DS3231 RTC module as an accurate time reference.

Nutrient irrigation is carried out automatically at a volume of 340 mL per cycle based on a time schedule. The system is designed to monitor pH (6–7), nutrient concentration (TDS) (560–840 ppm), and solution capacity in the reservoir (>20%). When parameters fall outside the specified limits, the system will trigger an alarm via a buzzer and send real-time notifications to the user via the Blynk platform. The DHT11 sensor is used to classify environmental conditions so that watering intervals can be adjusted adaptively. Furthermore, the system utilizes the Non-Volatile Storage (NVS) feature on the ESP32 to store the last watering data to maintain system consistency after a power outage or restart. The system also features a push button as a reset button to re-initialize the system.

Test results show that the pH, TDS, and ultrasonic sensors have error rates of 0.65%, 1.48%, and 0.83%, respectively. The system is capable of precisely controlling watering volume using the YF-S201 water flow sensor. The system can still operate optimally offline without relying on an internet connection. Thus, the developed system can improve the efficiency, accuracy, and reliability of drip hydroponic lettuce nutrient irrigation.

**Keywords:** ESP32, IoT, drip hydroponics, automatic watering, pH and TDS sensors, Blynk, real-time monitoring

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun prototipe sistem penyiraman nutrisi otomatis pada tanaman selada hidroponik metode drip berbasis ESP32 dan Internet of Things (IoT) menggunakan platform Blynk. Sistem memantau parameter pH, Total Dissolved Solids (TDS), suhu, kelembaban, level air, dan volume aliran nutrisi menggunakan sensor pH 4502C, sensor TDS Meter V1.0, sensor DHT11, sensor ultrasonik HC-SR04, dan water flow sensor YF-S201, serta menggunakan modul RTC DS3231 sebagai referensi waktu yang akurat.

Penyiraman nutrisi dilakukan secara otomatis dengan volume 340 mL per siklus berdasarkan penjadwalan waktu. Sistem dirancang untuk melakukan pemantauan terhadap nilai pH (6–7), konsentrasi nutrisi (TDS) (560–840 ppm), serta kapasitas larutan dalam tandon (>20%). Ketika parameter berada di luar batas yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan alarm melalui buzzer serta mengirimkan notifikasi secara real-time kepada pengguna melalui platform Blynk. Sensor DHT11 digunakan untuk mengklasifikasikan kondisi lingkungan sehingga interval penyiraman dapat disesuaikan secara adaptif. Selain itu, sistem memanfaatkan fitur Non-Volatile Storage (NVS) pada ESP32 untuk menyimpan data penyiraman terakhir agar sistem tetap konsisten setelah terjadi pemadaman listrik atau restart. Sistem juga dilengkapi push button sebagai tombol reset untuk menginisialisasi ulang sistem.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH, TDS, dan ultrasonik memiliki tingkat error masing-masing sebesar 0,65%, 1,48%, dan 0,83%, serta sistem mampu mengontrol volume penyiraman secara presisi menggunakan water flow sensor YF-S201. Sistem tetap dapat beroperasi secara optimal dalam kondisi offline tanpa bergantung pada koneksi internet. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keandalan dalam penyiraman nutrisi tanaman selada hidroponik drip.

**Kata kunci:** ESP32, IoT; hidroponik drip; penyiraman otomatis; sensor pH dan TDS; Blynk; monitoring real-time

## 1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi di bidang pertanian telah mendorong munculnya sistem budidaya yang lebih efisien dan terkontrol, salah satunya adalah hidroponik. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah dengan memanfaatkan larutan nutrisi sebagai sumber utama unsur hara. Tanaman selada (*Lactuca sativa L.*) merupakan salah satu komoditas yang banyak dibudidayakan secara hidroponik karena memiliki nilai ekonomi tinggi serta masa pertumbuhan yang relatif cepat [1].

Dalam sistem hidroponik, khususnya metode drip, pemberian nutrisi harus dilakukan secara tepat baik dari segi waktu, volume, maupun kualitas larutan. Parameter penting seperti tingkat keasaman (pH), konsentrasi nutrisi (TDS), suhu, dan kelembaban lingkungan harus dijaga dalam kondisi optimal agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu [2]. Selain itu, pengaturan interval penyiraman nutrisi juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman selada [1].

Namun, pada praktiknya proses penyiraman nutrisi masih banyak dilakukan secara manual sehingga kurang efisien dan berpotensi menimbulkan kesalahan dalam pemberian nutrisi. Ketidaktepatan dalam pengaturan waktu penyiraman, volume air, serta kondisi larutan nutrisi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak optimal. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang mampu melakukan penyiraman secara otomatis, terjadwal, dan terukur.

Seiring dengan perkembangan teknologi Internet of Things (IoT), sistem monitoring dan kontrol berbasis jaringan dapat diterapkan dalam bidang pertanian untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan pengelolaan tanaman [3][8]. Platform IoT seperti Blynk memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi sistem secara real-time serta menerima notifikasi ketika terjadi kondisi abnormal, seperti nilai pH atau konsentrasi nutrisi yang berada di luar batas [6][11].

Dalam penelitian ini digunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali yang mampu mengintegrasikan berbagai sensor, seperti sensor pH (PH-4502C), sensor TDS (TDS Meter V1.0), sensor suhu dan kelembaban (DHT11), sensor ultrasonik (HC-SR04), serta sensor water flow (YF-S201). Selain itu, digunakan modul RTC (DS3231) sebagai acuan waktu untuk penjadwalan penyiraman, serta dilengkapi dengan LCD 16x2 I2C sebagai media tampilan dan buzzer sebagai indikator peringatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dirancang suatu sistem penyiraman nutrisi otomatis berbasis ESP32 dan IoT Blynk yang mampu melakukan penyiraman secara terjadwal, terukur, serta dapat dimonitor secara real-time sesuai dengan kebutuhan tanaman selada hidroponik drip.

## 2. KAJIAN TEORITIS

### 2.1 Tanaman Selada pada Sistem Hidroponik Drip

Sistem hidroponik drip merupakan metode budidaya tanaman tanpa tanah dengan cara meneteskan larutan nutrisi secara langsung ke akar tanaman dalam jumlah dan interval yang terkontrol. Sistem ini memungkinkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi karena distribusi larutan dilakukan secara tepat sasaran sesuai kebutuhan tanaman. Pada tanaman selada (*Lactuca sativa L.*), sistem drip banyak digunakan karena mampu

menjaga kestabilan nutrisi serta mendukung pertumbuhan yang optimal apabila interval penyiraman diatur dengan baik [1].

Keberhasilan budidaya selada hidroponik sangat dipengaruhi oleh kualitas larutan nutrisi, khususnya parameter pH dan Total Dissolved Solids (TDS). Nilai pH optimal untuk tanaman selada berada pada rentang 6,0–7,0, sedangkan nilai TDS yang ideal berkisar antara 560–840 ppm [2]. Ketidaksesuaian parameter tersebut dapat menghambat penyerapan unsur hara sehingga mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Selain kualitas nutrisi, volume dan interval penyiraman juga menjadi faktor penting dalam sistem hidroponik drip. Pada kondisi lingkungan normal dengan suhu antara 20–28°C dan kelembaban 60–80%, tanaman selada memerlukan penyiraman nutrisi secara periodik dengan interval waktu setiap 4 jam sekali. Dalam penelitian ini, sistem dirancang untuk 10 tanaman selada dengan total volume penyiraman sebesar 340 mL per siklus, sehingga setiap tanaman menerima sekitar 34 mL nutrisi pada setiap sesi penyiraman.

Penyiraman dilakukan dalam rentang waktu operasional pukul 07.00 hingga 17.00 untuk menyesuaikan dengan periode aktif metabolisme tanaman. Pengaturan interval dan volume ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara kebutuhan air dan nutrisi, serta mencegah terjadinya kelebihan atau kekurangan larutan nutrisi pada media tanam. Dengan pengaturan parameter nutrisi, volume, dan interval penyiraman yang tepat, sistem hidroponik drip mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya serta mendukung pertumbuhan tanaman selada secara optimal [1].

## **2.2 Sistem Otomatisasi Penyiraman**

Sistem penyiraman otomatis merupakan teknologi yang dirancang untuk mengontrol pemberian air dan nutrisi tanpa intervensi manusia secara langsung. Sistem ini bekerja berdasarkan parameter yang telah ditentukan, seperti waktu, kondisi lingkungan, atau nilai sensor tertentu.

Penggunaan mikrokontroler memungkinkan sistem untuk membaca data dari sensor, memproses informasi tersebut, dan mengambil keputusan secara otomatis. Hal ini meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, serta memastikan konsistensi dalam pemberian nutrisi [5].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi pemborosan nutrisi, serta meningkatkan produktivitas tanaman dibandingkan metode manual [7]. Oleh karena itu, sistem otomatisasi menjadi solusi penting dalam pertanian modern.

## **2.3 ESP32**

ESP32 merupakan mikrokontroler yang memiliki fitur WiFi dan Bluetooth terintegrasi sehingga sangat cocok digunakan dalam sistem IoT. ESP32 memiliki performa tinggi dengan prosesor dual-core serta kemampuan multitasking yang baik. Selain itu, ESP32 memiliki konsumsi daya yang relatif rendah serta kompatibel dengan berbagai sensor dan aktuator. Hal ini menjadikan ESP32 sebagai salah satu

mikrokontroler yang banyak digunakan dalam sistem monitoring dan kontrol otomatis [10].

#### **2.4 Sensor pH 4502C**

Sensor pH 4502C merupakan perangkat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan. Sensor ini bekerja berdasarkan prinsip elektrokimia, di mana elektroda menghasilkan tegangan yang sebanding dengan konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam larutan. Nilai pH berada dalam rentang 0 hingga 14, dengan pH 7 bersifat netral. Sensor pH banyak digunakan dalam aplikasi monitoring kualitas air dan sistem pertanian modern [2].

#### **2.5 Sensor TDS Meter V1.0**

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) Meter V1.0 digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam suatu cairan. Sensor ini bekerja dengan mengukur konduktivitas listrik larutan, yang kemudian dikonversi menjadi nilai TDS dalam satuan ppm. Nilai TDS mencerminkan konsentrasi mineral atau nutrisi dalam larutan, sehingga banyak digunakan dalam sistem hidroponik dan pengolahan air [2].

#### **2.6 Sensor DHT11**

Sensor DHT11 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini mampu membaca suhu dalam rentang 0–50°C dan kelembaban antara 15–90% RH. DHT11 banyak digunakan dalam sistem monitoring lingkungan karena kemudahan integrasi dan biaya yang relatif rendah [3].

#### **2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04**

Sensor ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak dengan memanfaatkan gelombang suara ultrasonik. Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang suara dan mengukur waktu pantulan dari objek. Berdasarkan waktu tersebut, jarak dapat dihitung. Sensor ini umum digunakan dalam sistem otomatisasi dan monitoring level cairan [4].

#### **2.8 Water Flow Sensor YF-S201**

Water flow sensor YF-S201 digunakan untuk mengukur laju aliran cairan. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan rotor yang berputar akibat aliran cairan, di mana putaran tersebut menghasilkan pulsa listrik. Jumlah pulsa yang dihasilkan sebanding dengan volume aliran cairan, sehingga dapat digunakan untuk pengukuran debit maupun total volume [7].

#### **2.9 Modul RTC DS3231**

Modul Real Time Clock (RTC) DS3231 digunakan untuk menjaga waktu secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi. Modul ini dilengkapi dengan baterai cadangan sehingga tetap dapat menyimpan data waktu meskipun sumber daya utama dimatikan.

RTC DS3231 banyak digunakan dalam sistem otomatisasi yang memerlukan pengaturan waktu yang presisi [5].

### **2.10 LCD 16x2 I2C**

LCD 16x2 I2C merupakan perangkat tampilan yang digunakan untuk menampilkan informasi dalam bentuk karakter. LCD ini mampu menampilkan 16 karakter pada 2 baris. Dengan penggunaan modul I2C, komunikasi dilakukan secara serial sehingga mengurangi jumlah pin yang digunakan. LCD ini umum digunakan dalam sistem embedded untuk menampilkan data sensor dan status sistem [4].

### **2.11 Relay 5V**

Relay 5V merupakan saklar elektronik yang digunakan untuk mengontrol perangkat bertegangan tinggi menggunakan sinyal tegangan rendah. Relay bekerja dengan prinsip elektromagnetik untuk membuka atau menutup kontak listrik. Komponen ini banyak digunakan dalam sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler [4].

### **2.12 Pompa Air**

Pompa air merupakan perangkat mekanis yang digunakan untuk memindahkan cairan dengan cara menghasilkan tekanan aliran. Pompa banyak digunakan dalam sistem irigasi dan distribusi cairan karena mampu mengalirkan air secara kontinu sesuai kebutuhan [7].

### **2.13 Buzzer**

Buzzer merupakan komponen elektronik yang digunakan sebagai indikator suara. Buzzer akan menghasilkan bunyi ketika dialiri arus listrik. Komponen ini sering digunakan sebagai alarm atau indikator peringatan dalam sistem elektronik [4].

### **2.14 Push Button**

Push button merupakan saklar mekanis yang digunakan untuk memberikan input manual pada sistem. Komponen ini bekerja dengan cara menghubungkan atau memutuskan rangkaian listrik saat ditekan. Push button banyak digunakan sebagai antarmuka pengguna dalam sistem kontrol [3].

### **2.15 IoT Blynk**

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet sehingga memungkinkan pertukaran data secara real-time. Dalam bidang pertanian, penerapan IoT memungkinkan proses monitoring dan kontrol sistem dilakukan secara jarak jauh, sehingga meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan sistem budidaya tanaman [3].

Salah satu platform IoT yang banyak digunakan adalah Blynk, yang menyediakan antarmuka berbasis aplikasi smartphone untuk memantau dan mengontrol perangkat secara real-time. Blynk memungkinkan mikrokontroler seperti ESP32 untuk

mengirimkan data sensor dan menerima perintah dari pengguna melalui jaringan internet. Dengan demikian, pengguna dapat memonitor kondisi sistem kapan saja dan di mana saja [8]. Dalam sistem hidroponik, penerapan IoT berbasis Blynk digunakan untuk memantau berbagai parameter penting seperti nilai pH, TDS, suhu, kelembaban, level air, serta status penyiraman. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan secara berkala ke aplikasi Blynk dan ditampilkan dalam bentuk visual yang informatif.

Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis yang akan dikirimkan kepada pengguna apabila terjadi kondisi abnormal, seperti nilai pH di luar batas, konsentrasi nutrisi tidak sesuai, volume air rendah, atau gangguan pada pompa. Hal ini memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan yang diperlukan.

Keunggulan lain dari sistem IoT berbasis Blynk adalah kemampuannya untuk tetap terintegrasi dengan sistem kontrol lokal. Pada kondisi ketika koneksi internet terputus, sistem tetap dapat bekerja secara offline menggunakan kontrol berbasis mikrokontroler dan RTC. Setelah koneksi kembali tersedia, sistem akan melakukan sinkronisasi data secara otomatis. Dengan demikian, integrasi IoT menggunakan platform Blynk tidak hanya meningkatkan kemudahan monitoring dan kontrol, tetapi juga meningkatkan keandalan dan fleksibilitas sistem hidroponik otomatis.

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alur Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode rancang bangun (engineering design method) dengan pendekatan eksperimen laboratorium untuk merancang, membangun, dan menguji sistem penyiraman nutrisi otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 dan IoT Blynk untuk kebutuhan tanaman selada hidroponik drip. Metode ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang berfokus pada pengembangan sistem serta pengujian kinerja dari sistem yang telah dirancang.

Pendekatan eksperimen digunakan untuk menguji kinerja sistem dalam membaca parameter lingkungan, seperti pH, konsentrasi nutrisi (TDS), suhu, kelembaban, level air, dan volume aliran. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh mikrokontroler berdasarkan logika yang telah diprogram untuk mengendalikan aktuator serta mengirimkan data ke platform IoT Blynk untuk monitoring dan notifikasi secara real-time.

Secara umum, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan, yaitu studi literatur, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian dan evaluasi sistem. Tahap studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dan teknologi yang digunakan. Tahap perancangan meliputi penyusunan diagram sistem dan alur kerja. Selanjutnya dilakukan implementasi sistem sesuai dengan desain yang telah dibuat, kemudian dilanjutkan dengan pengujian untuk mengetahui kinerja sistem dalam membaca parameter dan mengontrol penyiraman nutrisi secara otomatis. Tahap akhir adalah evaluasi untuk memastikan sistem bekerja secara efektif, terukur, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

#### **3.2 Alat Dan Bahan**

##### **a) Perangkat Keras (Hardware)**

Tabel 3.1 Komponen Perangkat Keras (Hardware)

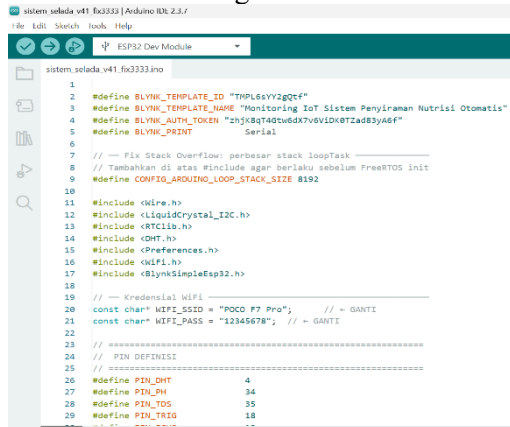
No	Nama Komponen	Fungsi
1	ESP32 DevKit V1	Mikrokontroler utama untuk mengolah data sensor, mengontrol aktuator, dan komunikasi IoT
2	Sensor pH 4502C	Mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi hidroponik
3	Sensor TDS Meter V1.0	Mengukur konsentrasi nutrisi (ppm) dalam larutan hidroponik
4	Sensor DHT11	Mengukur suhu dan kelembaban lingkungan sekitar tanaman
5	Sensor Ultrasonik HC-SR04	Mengukur ketinggian air pada tandon untuk mengetahui persentase volume air
6	Water Flow Sensor YF-S201	Mengukur volume air nutrisi yang dialirkan secara real-time
7	Relay Module 5V 1 Channel	Mengontrol ON/OFF pompa air secara otomatis
8	Pompa Air DC 12V	Mengalirkan larutan nutrisi ke tanaman hidroponik
9	LCD 16x2 I2C	Menampilkan informasi sistem seperti pH, TDS, suhu, dan status penyiraman
10	RTC DS3231	Menyediakan waktu real-time untuk penjadwalan penyiraman
11	Buzzer Aktif 5V	Memberikan alarm jika terjadi kondisi abnormal pada sistem
12	Push Button	Digunakan untuk mereset sistem secara manual
13	Power Supply 5V	Menyediakan sumber daya untuk ESP32 dan modul
14	Adaptor DC 12V	Menyediakan daya untuk pompa air
15	Breadboard	Media perakitan rangkaian sementara tanpa solder
16	Kabel Jumper	Menghubungkan antar komponen dalam rangkaian
17	Kabel USB (Micro USB)	Menghubungkan ESP32 ke komputer untuk upload program dan komunikasi serial
18	Tandon Air	Menyimpan larutan nutrisi sebelum dialirkan ke tanaman
19	Selang / Pipa Drip	Menyalurkan nutrisi ke tanaman secara sistem tetes (drip)

## b) Perangkat Lunak (Software)

Tabel 3.2 Komponen Perangkat Lunak (Software)

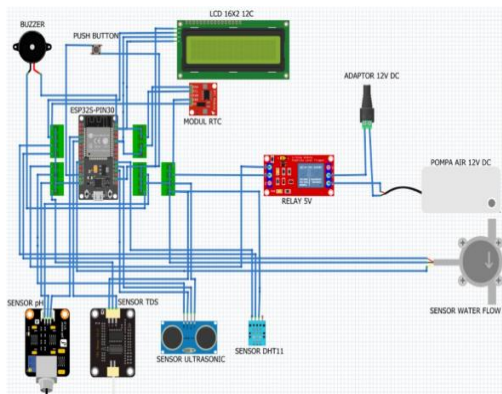
No	Nama Software	Fungsi
1	Arduino IDE	Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke ESP32
2	Platform Blynk	Digunakan untuk monitoring dan kontrol sistem secara real-time melalui internet (IoT)

Gambar 3.1 Pemrograman di Arduino IDE



### 3.3 Skema Rangkaian

Skema rangkaian merupakan representasi visual dari seluruh koneksi antar komponen perangkat keras (Hardware) dalam sistem.

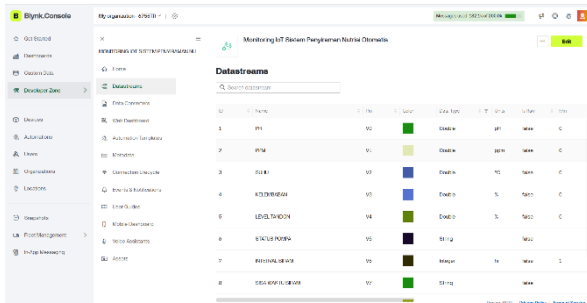


Gambar 3.2 Skema Rangkaian

Gambar 3.2 memperlihatkan diagram skema lengkap sistem penyiraman nutrisi otomatis berbasis ESP32, yang mencakup koneksi sensor pH 4502C, sensor TDS Meter V1.0, sensor DHT11, sensor ultrasonik HC-SR04, water flow sensor YF-S201, LCD 16x2 I2C, modul RTC DS3231, relay module, pompa air DC, adaptor DC 12V, buzzer, dan push button yang terhubung ke mikrokontroler ESP32.

### 3.4 Perancangan Perangkat Lunak

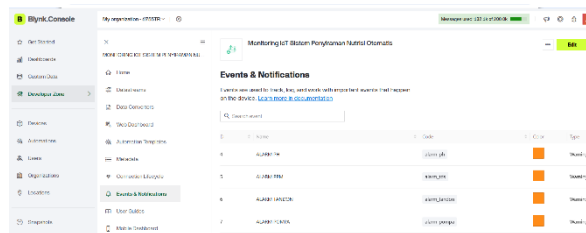
Perancangan perangkat lunak pada sistem ini menggunakan Arduino IDE untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32.



Gambar 3.2 Pengisian Data Stream Blynk

Pemrograman di Arduino IDE yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 program mencakup proses pembacaan sensor, pengolahan data, pengambilan keputusan, serta pengendalian aktuator. Selain itu, program juga mengatur komunikasi ESP32 dengan jaringan internet melalui WiFi untuk mendukung sistem berbasis Internet of Things (IoT).

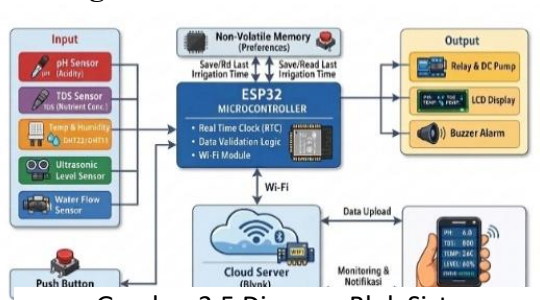
Monitoring sistem dilakukan menggunakan platform Blynk pada Gambar 3.3. menampilkan proses pengisian data stream Blynk agar dashboard Blynk nantinya dapat menampilkan parameter seperti pH, TDS, suhu, kelembaban, volume air, status pompa, interval penyiraman, sisa waktu penyiraman dan kondisi alarm melalui.



Gambar 3.3 Pembuatan Events & Notifications pada Blynk

Sistem juga dilengkapi fitur notifikasi menggunakan Events & Notifications pada Blynk, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.4. Notifikasi nantinya dikirim secara otomatis ketika terjadi kondisi abnormal, seperti pH dan TDS di luar batas, kapasitas/level tandon nutrisi rendah, atau gangguan pompa. Dengan integrasi ini, sistem mampu bekerja secara otomatis sekaligus menyediakan monitoring dan peringatan dini secara real-time.

### 3.5 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.5 Diagram Blok Sistem

### 1) Blok Input (Sensor)

Berisi sensor pH, TDS, suhu–kelembaban (DHT11), ultrasonik, dan water flow untuk membaca kondisi nutrisi, lingkungan, level tandon, serta volume aliran. Push button digunakan untuk reset sistem.

### 2) Blok Mikrokontroler ESP32

ESP32 sebagai pusat kendali yang memproses data sensor, mengatur jadwal penyiraman berbasis RTC, mengontrol pompa melalui relay, serta mengirim data ke server IoT.

### 3) Blok Non-Volatile Memory (Preferences)

Digunakan untuk menyimpan data penyiraman terakhir agar sistem tetap konsisten meskipun terjadi pemadaman listrik.

### 4) Blok Output

Terdiri dari relay dan pompa untuk penyiraman, LCD untuk menampilkan data, serta buzzer sebagai alarm jika terjadi kondisi abnormal.

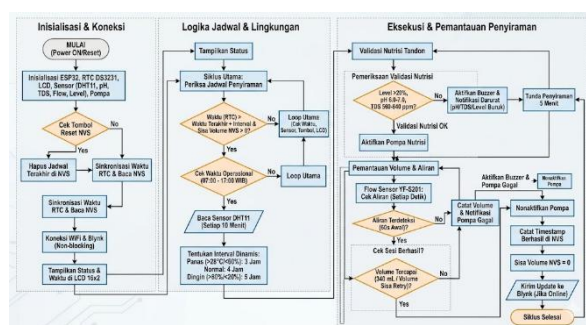
### 5) Blok IoT Monitoring (Blynk)

Berfungsi mengirim dan menyimpan data sensor ke cloud sehingga dapat dipantau secara jarak jauh.

### 6) Blok Smartphone Application

Aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna untuk monitoring real-time dan menerima notifikasi kondisi sistem.

## 3.6 Flowchart dan Cara Kerja Sistem



Gambar 3.6 Flowchart system

Gambar 3.6 menunjukkan flowchart sistem yang menggambarkan bagaimana cara kerja sistem yang di rancang, untuk lebih jelasnya berikut adalah cara kerja sistem yang dirancang: Sistem penyiraman nutrisi otomatis untuk tanaman selada hidroponik drip ini bekerja dengan mengintegrasikan berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32. Sistem penyiraman drip otomatis ini dirancang untuk mengelola 10 tanaman selada dengan target volume 340 mL per sesi (34 mL/tanaman). Pusat kendali waktu sistem ini bersandar pada modul RTC DS3231, yang menjamin akurasi waktu real-time dengan baterai cadangan internal. Hal ini memastikan jendela waktu operasional antara pukul 07.00 hingga 17.00 WIB tetap terjaga tanpa bergantung pada server waktu internet (NTP). Pada saat inisialisasi, ESP32 menyinkronkan waktu RTC dengan data di memori NVS (Non-Volatile Storage) untuk

menentukan apakah sistem harus melanjutkan jadwal yang tertunda akibat reboot atau memulai siklus baru.

Salah satu keunggulan utama sistem ini adalah kemampuannya untuk tetap bekerja secara penuh dalam mode offline. Proses koneksi ke WiFi dan platform Blynk dirancang secara non-blocking; artinya, apabila WiFi mati atau koneksi internet terputus, ESP32 tidak akan berhenti (hang), melainkan terus menjalankan seluruh logika penyiraman, pembacaan sensor, dan pengaturan jadwal secara mandiri. Selama masa offline, kinerja sistem tetap dapat dipantau secara lokal melalui layar LCD I2C 16x2. Begitu WiFi kembali tersedia, sistem akan secara otomatis melakukan reconnect dan mengirimkan pembaruan data terbaru ke aplikasi smartphone pengguna.

Setiap sepuluh menit, sistem mengevaluasi kondisi lingkungan melalui sensor DHT11 untuk menyesuaikan interval penyiraman secara dinamis berdasarkan jam dari RTC:

- Kondisi Panas/Kering: ( $>28^{\circ}\text{C}$  atau  $<60\%$  RH), interval dipercepat menjadi 3 jam sekali.
- Kondisi Normal: ( $20-28^{\circ}\text{C}$  dan  $60-80\%$  RH), interval standar setiap 4 jam.
- Kondisi Dingin/Lembab: ( $>80\%$  RH atau  $<20^{\circ}\text{C}$ ), interval diperlebar menjadi 5 jam sekali.

Sebelum pompa aktif, sistem memvalidasi keseterdian nutrisi tandon ( $>20\%$ ), pH (6,0–7,0), dan TDS (560–840 ppm). Jika tidak memenuhi syarat, penyiraman ditunda 5 menit disertai alarm. Saat proses penyiraman berlangsung, flow sensor YF-S201 memantau volume melalui interrupt perangkat keras. Sistem mendefinisikan dua kondisi penghentian pompa:

1. Berhenti Normal: Apabila target volume 340 mL telah tercapai sepenuhnya.
2. Berhenti Gangguan: Apabila tidak ada aliran terdeteksi dalam 60 detik pertama atau aliran tiba-tiba terhenti. Pada kondisi ini, sistem secara cerdas mencatat sisa volume yang belum tersalurkan ke memori NVS untuk dilanjutkan pada sesi retry berikutnya setelah jeda 5 menit.

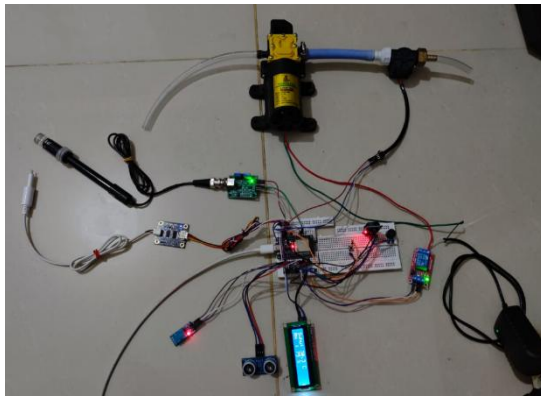
Setiap sesi yang berhasil dicatat stempel waktunya ke memori NVS agar jadwal tetap aman dari risiko pemadaman listrik. Jika terjadi kondisi abnormal (pH/TDS buruk, keseterdian nutrisi kritis, atau pompa bermasalah), buzzer akan aktif dan notifikasi darurat akan segera dikirim ke smartphone pengguna melalui Blynk saat koneksi tersedia. Sebagai fitur terakhir, tersedia tombol reset fisik yang harus ditekan selama 3 detik untuk menghapus seluruh data jadwal penyiraman terakhir pada memori NVS, ini berguna untuk memulai siklus penyiraman baru setelah reset dilakukan.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Rangkaian Sistem dan Peletakan Komponen Sistem**

Sebelum pengujian fungsional dilakukan, seluruh komponen sistem dirangkai dan dipasang pada instalasi hidroponik sistem Drip yang telah disiapkan. Disini menyajikan dua aspek utama implementasi fisik sistem, yaitu skema rangkaian elektronik antar komponen dan dokumentasi peletakan komponen pada instalasi nyata.

#### **a) Rangkaian Sistem**



Gambar 4.1 Rangkaian Sistem

Gambar 4.1 menunjukkan rangkaian sistem secara keseluruhan yang menggambarkan koneksi elektrik antara mikrokontroler ESP32 dengan seluruh komponen sensor dan aktuator. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai unit pemrosesan utama yang menghubungkan semua periferal melalui antarmuka yang sesuai. Sensor pH (GPIO 34) dan sensor TDS (GPIO 35) terhubung melalui jalur ADC 12-bit dengan tegangan referensi 3,3 V. Sensor ultrasonik HC-SR04 terhubung melalui pin TRIG (GPIO 18) dan ECHO (GPIO 19). Sensor DHT11 terhubung pada GPIO 4 menggunakan antarmuka data digital satu jalur. Flow sensor terhubung pada GPIO 27 menggunakan interrupt eksternal untuk pencacahan pulsa. Modul RTC DS3231 dan LCD 16x2 terhubung melalui bus I2C (SDA: GPIO 21, SCL: GPIO 22). Relay 5V (GPIO 5) mengendalikan pompa, buzzer aktif terhubung pada GPIO 23, dan push button sebagai tombol reset menggunakan GPIO 13 dengan pull-up internal.

#### b) Peletakan Komponen pada Instalasi



Gambar 4.2 Implementasi Peletakan Komponen Sistem pada Instalasi Hidroponik Drip Selada

Gambar 4.2 menyajikan dokumentasi implementasi fisik peletakan seluruh komponen sistem pada instalasi hidroponik Drip selada. Peletakan setiap komponen mempertimbangkan fungsi pengukuran, kemudahan akses perawatan, dan perlindungan terhadap kelembaban lingkungan.

Berdasarkan Gambar 4.2, peletakan masing-masing komponen sistem dijelaskan sebagai berikut. Pertama, mikrokontroler ESP32 beserta modul relay, buzzer, LCD 16x2 I2C, RTC DS3231, dan tombol reset ditempatkan dalam satu box kontrol tertutup di sisi luar instalasi.

Penempatan di luar area basah bertujuan melindungi komponen elektronik dari percikan air dan kelembaban tinggi, sekaligus memudahkan operator memantau tampilan LCD dan mengoperasikan tombol reset. Kedua, sensor pH dan sensor TDS diposisikan terendam di dalam tandon larutan nutrisi pada bagian tengah tandon dengan kedalaman 5–10 cm dari permukaan larutan, memastikan elektroda selalu tercelup dan mendapatkan pembacaan yang representatif dari keseluruhan larutan. Ketiga, sensor ultrasonik HC-SR04 dipasang secara vertikal menghadap ke bawah pada bagian atas penutup tandon, dikalibrasi dengan jarak 5 cm saat penuh dan 18 cm saat kosong sehingga rentang pengukuran efektif adalah 13 cm. Keempat, sensor DHT11 ditempatkan di area kanopi tanaman pada ketinggian 10–15 cm di atas media tanam agar pembacaan merepresentasikan kondisi iklim mikro yang benar-benar dialami tanaman. Kelima, pompa 12v DC ditempatkan di luar tandon dan flow sensor dipasang seri pada jalur pipa output pompa menuju manifold distribusi. Jalur distribusi kemudian bercabang menjadi 10 jalur drip emitter, di mana setiap emitter ditempatkan pada masing-masing lubang tanam selada untuk mengalirkan 34 mL larutan nutrisi per siklus penyiraman langsung ke zona perakaran setiap tanaman.

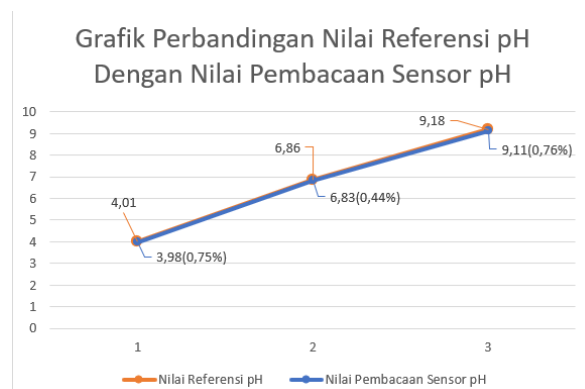
#### 4.2 Pengujian Sensor pH

Pengujian akurasi sensor pH dilakukan menggunakan tiga larutan buffer standar pH 4,01; 6,86; dan 9,18 untuk memverifikasi akurasi dan linearitas sensor pada rentang pengukuran yang relevan. Rentang normal pH sistem ditetapkan 6,0–7,0 sesuai kebutuhan tanaman selada, sehingga buffer 4,01 dan 9,18 berada di luar rentang normal dan diharapkan memicu alarm dan mengirim notifikasi ke blynk. Berikut adalah hasil pengujiannya yang disajikan pada Tabel 4.1.

No.	Buffer Standar (pH)	Nilai Terbaca Sensor (pH)	Error(%)	Status Pompa Ketika waktu Siram Tiba	Status Sistem	Notifikasi Blynk
1	4,01	3,98	0,75	Penyiraman Batal, Pompa Off, retry 5 menit	!!ALARM PH!! - pH < 6,0 pH (Buzzer on)	ALARM PH terkirim
2	6,86	6,83	0,44	Penyiraman Normal, Pompa On	Normal - 6,0-7,0 pH (Buzzer off)	Tidak ada notifikasi
3	9,18	9,11	0,76	Penyiraman Batal, Pompa Off, retry 5 menit	!!ALARM PH!! - pH > 7,0 pH (Buzzer on)	ALARM PH terkirim
Rata-rata Error			0,65			

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor pH

Berdasarkan data Tabel 4.1, hasil pengujian sensor pH menunjukkan tingkat akurasi yang baik dengan rata-rata error sebesar 0,65%. Perbedaan pembacaan dapat dipengaruhi oleh faktor kalibrasi sensor, resolusi ADC, serta kondisi lingkungan saat pengukuran. Dari sisi sistem kontrol, logika validasi pH bekerja sesuai perancangan, yaitu ketika pH berada di luar rentang normal (6,0–7,0), sistem secara otomatis membatalkan penyiraman, mematikan pompa, mengaktifkan buzzer, serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Selain itu, sistem juga menerapkan mekanisme penjadwalan ulang (retry) selama 5 menit sebelum melakukan pengecekan kembali, sehingga memberikan waktu bagi petani untuk memperbaiki pH larutan nutrisi untuk kembali



normal. Sebaliknya, ketika pH berada dalam rentang yang sesuai, sistem mengizinkan proses penyiraman berlangsung tanpa alarm, yang menunjukkan bahwa integrasi sensor pH dengan sistem kontrol ESP32 telah berjalan dengan baik sesuai dengan perancangan sistem. Grafik perbandingan nilai referensi dan nilai terbaca sensor disajikan pada Gambar 4.3.

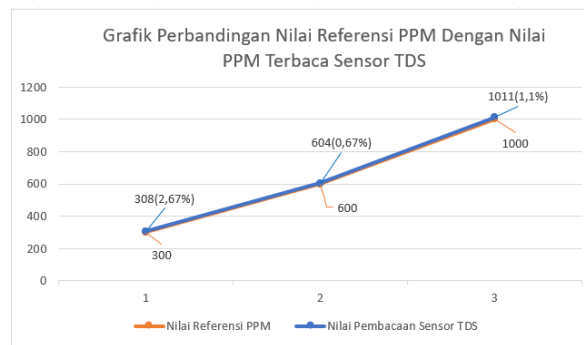
Gambar 4.3 Grafik perbandingan nilai referensi dan nilai terbaca sensor pH

Dari Gambar 4.3 terlihat bahwa hubungan antara nilai referensi dan nilai terbaca sensor bersifat linier dengan deviasi yang sangat kecil, mengonfirmasi bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dengan error yang relatif kecil.

### 4.3 Pengujian Sensor TDS

Pengujian akurasi sensor TDS dilakukan menggunakan tiga konsentrasi larutan nutrisi ABmix referensi yaitu 300, 600, dan 1.000 ppm. Larutan referensi 1.000 ppm setara dengan dosis nutrisi ABmix dengan 5 mL A + 5 mL B dalam 1 L air, sedangkan konsentrasi 300 dan 600 ppm diperoleh melalui pengenceran berdasarkan hukum  $C1V1 = C2V2$ . Konsentrasi berbagai pengenceran dihitung menggunakan persamaan:

$$A = B = (PPM / 1000) \times 5 \times Volume (L)$$



Gambar 4.4 Grafik perbandingan nilai referensi dan nilai terbaca sensor TDS

Rentang normal sistem ditetapkan 560–840 ppm untuk tanaman selada, sehingga referensi 300 ppm dan 1.000 ppm berada di luar rentang dan diharapkan memicu alarm. Gambar 4.8 memperlihatkan cup dengan variasi konsentrasi larutan ABmix yang akan diuji dengan sensor TDS. Berikut adalah hasil pengujiannya yang disajikan pada Tabel 4.2.

No.	Referensi (ppm)	Nilai Terbaca Sensor (ppm)	Error(%)	Status Pompa Ketika waktu Siram Tiba	Status Sistem	Notifikasi Blynk
1	300	308	2,67	Penyiraman Batal, Pompa Off, retry 5 menit	!!ALARM PPM!! - PPM < 560 PPM (Buzzer on)	ALARM PPM terkirim
2	600	604	0,67	Penyiraman Normal, Pompa On	Normal - 560-840 PPM (Buzzer off)	Tidak ada notifikasi
3	1000	1011	1,10	Penyiraman Batal, Pompa Off, retry 5 menit	!!ALARM PPM!! - PPM > 840 PPM (Buzzer on)	ALARM PPM terkirim
Rata-rata Error			1,48			

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor TDS

Berdasarkan data Tabel 4.2, Berdasarkan hasil pengujian, sensor TDS menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik dengan rata-rata error sebesar 1,48%. Perbedaan pembacaan dapat dipengaruhi oleh faktor kalibrasi sensor, resolusi ADC, serta kondisi lingkungan saat pengukuran. Dari sisi sistem kontrol, logika validasi TDS bekerja sesuai perancangan, yaitu ketika nilai PPM berada di luar rentang normal (560–840 ppm), sistem secara otomatis membatalkan penyiraman, mematikan pompa, mengaktifkan buzzer, serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Selain itu, sistem juga menerapkan mekanisme penjadwalan ulang (retry) selama 5 menit sebelum

melakukan pengecekan kembali, sehingga memberikan kesempatan bagi petani untuk memperbaiki konsentrasi nutrisi (PPM) untuk kembali stabil. Sebaliknya, ketika nilai TDS berada dalam rentang normal, sistem mengizinkan proses penyiraman berlangsung tanpa alarm. Hal ini menunjukkan bahwa sensor TDS dan sistem kontrol ESP32 telah terintegrasi dengan baik dan mampu mendukung pengambilan keputusan penyiraman secara otomatis sesuai dengan perancangan program. Grafik perbandingan nilai referensi dan nilai terbaca sensor disajikan pada Gambar 4.4.

Dari Gambar 4.4 terlihat bahwa hubungan antara nilai referensi dan nilai terbaca sensor bersifat linier dengan deviasi yang tergolong kecil, mengonfirmasi bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dengan error yang tergolong kecil.

#### 4.4 Pengujian Sensor DHT11 (Suhu dan Kelembaban Udara)

Sensor DHT11 di gunakan untuk membaca suhu dan kelembaban lingkungan disekitar tanaman selada. Data suhu dan kelembaban tidak hanya berfungsi sebagai informasi monitoring, tetapi juga digunakan sebagai dasar klasifikasi kondisi lingkungan untuk menentukan interval penyiraman nutrisi secara adaptif. Sistem mengklasifikasikan kondisi lingkungan menjadi tiga kategori berdasarkan logika berikut: kondisi Panas/Kering apabila suhu > 28°C atau RH < 60% dengan interval 3 jam; kondisi Dingin/Lembab apabila suhu < 20°C atau RH > 80% dengan interval 5 jam; dan kondisi Normal untuk parameter di antara keduanya yaitu 20-28°C untuk suhunya dan 60-80% untuk kelembabannya maka interval penyiraman 4 jam. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor DHT11 dan Klasifikasi Kondisi Lingkungan

No.	Suhu Terukur (°C)	RH Terukur (%)	Klasifikasi Kondisi	Interval Ditetapkan (jam)	Kesesuaian
1	25	70	Normal	4	Sesuai
2	29,5	71	Panas/Kering	3	Sesuai
3	18,2	74	Dingin/lembab	5	Sesuai
Tingkat Kesesuaian		3/3 (100%)			

Berdasarkan Tabel 4.3, Pengujian sensor DHT11 dilakukan pada tiga skenario kondisi lingkungan dengan tingkat kesesuaian 3/3 (100%). Pada percobaan pertama (suhu 25°C, RH 70%), sistem mengklasifikasikan kondisi sebagai Normal dan menetapkan interval penyiraman 4 jam. Pada percobaan kedua (suhu 29,5°C, RH 71%), meskipun RH berada dalam rentang normal, suhu yang melebihi 28°C menyebabkan sistem mengklasifikasikan kondisi sebagai Panas/Kering sehingga interval dipersingkat menjadi 3 jam. Pada percobaan ketiga (suhu 18,2°C, RH 74%), suhu di bawah 20°C mengakibatkan kondisi diklasifikasikan sebagai Dingin/Lembab dengan interval diperpanjang menjadi 5 jam.

#### 4.5 Pengujian Sensor Ultrasonik HC-SR04 (Level Tandon)

Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air pada tandon secara tidak langsung dengan membaca jarak antara sensor dan permukaan air. Pada sistem yang dirancang, sensor ditempatkan 5 cm di atas permukaan atas tandon, dengan spesifikasi tandon yang diuji sebagai berikut:

1. Tinggi tandon: 13 cm
2. Jarak sensor ke dasar tandon : 18 cm
3. Kapasitas maksimum tandon : 2000 mL

Sensor membaca jarak  $d$ (cm), kemudian dikonversi menjadi persentase kapasitas air menggunakan persamaan:

$$\text{Persentase} = \frac{(d_{kosong} - d)}{(d_{kosong} - d_{penuh})} \times 100$$

dimana  $d_{kosong} = 18\text{cm}$  dan  $d_{penuh} = 5\text{cm}$

Hasil pengujian sensor ultrasonik disajikan pada Tabel 4.4 berikut:

Volume	Persentase Aktual (%)	Nilai Terbaca Sensor (%)	Error (%)	Status Pompa Ketika waktu Siram Tiba	Status Sistem	Notifikasi Blynk
2000	100	99	1	Penyiraman Normal, Pompa On	Normal – Kapasitas Tandon > 20% (Buzzer off)	Tidak ada notifikasi
100	50	50	0	Penyiraman Normal, Pompa On	Normal – Kapasitas Tandon > 20% (Buzzer off)	Tidak ada notifikasi
250	12,5	14	1,5	Penyiraman Batal, Pompa Off, retry 5 menit	ALARM – !!TANDON!! < 20% (Buzzer on)	ALARM TANDON terdeteksi
Rata-rata Error			0,83%			

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Berdasarkan Tabel 4.4, hasil pengujian sensor ultrasonik menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengukur kapasitas tandon dengan rata-rata error sebesar 0,83%, di mana nilai pembacaan masih mendekati kondisi aktual. Pada kondisi kapasitas tandon di atas 20%, sistem mengizinkan proses penyiraman berlangsung secara normal tanpa alarm. Sebaliknya, ketika kapasitas tandon berada di bawah batas minimum (<20%), sistem secara otomatis membatalkan penyiraman, mematikan pompa, mengaktifkan buzzer, serta mengirimkan notifikasi melalui Blynk. Selain itu, sistem juga menerapkan mekanisme penjadwalan ulang (retry) selama 5 menit sebelum melakukan pengecekan kembali, sehingga memberikan waktu bagi petani untuk melakukan pengisian ulang tandon. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dan sistem kontrol ESP32 telah bekerja dengan baik dalam memantau ketersediaan nutrisi dan mendukung pengambilan keputusan penyiraman secara otomatis sesuai dengan perancangan sistem.

#### 4.6 Pengujian Flow Sensor dan Kontrol Volume Penyiraman

Pengujian dilakukan untuk mengetahui kinerja flow sensor dalam mengukur volume nutrisi untuk melihat kemampuan sistem dalam mengontrol jumlah nutrisi yang disalurkan sesuai target penyiraman untuk tanaman hidroponik selada. Hasil pengujian flow sensor disajikan pada Tabel 4.5 berikut:

No.	Target Volume (mL)	Volume Tersiram (mL)	Status
1	340	340	Berhasil
2	340	0	Alarm Pompa – Aliran Tidak Terdeteksi-Kirim notifikasi ALARM POMPA

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sensor Flow Sensor

Berdasarkan hasil pengujian flow sensor pada Tabel 4.5, sistem menunjukkan dua kondisi operasi yaitu normal dan gangguan. Pada kondisi normal, sistem mampu menyiram larutan nutrisi sesuai target volume sebesar 340 mL dengan pembacaan flow sensor yang akurat sehingga pompa dapat berhenti tepat saat volume tercapai. Sementara itu, pada kondisi gangguan dimana tidak terdapat aliran air (volume terbaca 0 mL), sistem berhasil mendeteksi kegagalan tersebut melalui tidak adanya pulsa dari flow sensor, kemudian secara otomatis menghentikan pompa, mengaktifkan alarm, serta mengirimkan notifikasi ke aplikasi blynk. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu mengontrol volume penyiraman secara otomatis, tetapi juga memiliki mekanisme proteksi yang baik dalam mendeteksi dan merespon kondisi abnormal, sehingga meningkatkan keandalan dan keamanan sistem secara keseluruhan.

#### 4.7 Pengujian Fungsi Tombol Reset

Tombol reset mengimplementasikan mekanisme long-press 3 detik untuk mencegah aktivasi tidak disengaja. Selama tombol ditahan, LCD menampilkan countdown mundur secara real-time. Jika tombol dilepas sebelum durasi 3 detik terpenuhi, reset dibatalkan dan sistem melanjutkan operasi normal. Apabila durasi 3 detik terpenuhi, sistem menghapus seluruh data persistensi dari Non-Volatile Storage (NVS) ESP32 menggunakan library Preferences, mereset semua variabel state ke kondisi inisial, mematikan relay dan buzzer, serta memulai ulang siklus penyiraman dari awal. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.6.

No.	Durasi Tekan Tombol	Hasil yang Diharapkan	Status	Keterangan
1	< 3 detik (tombol dilepas)	Reset dibatalkan	Sesuai	LCD menampilkan pesan reset dibatalkan
2	>= 3 detik	Reset berhasil, data NVS terhapus	Sesuai	Semua variabel state direset ke kondisi awal
Tingkat Keberhasilan		2/2 (100%)		

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Fungsi Tombol Reset

Kedua skenario pengujian tombol reset (2/2, 100%) menghasilkan respons yang sesuai dengan spesifikasi desain. Mekanisme long-press 3 detik merupakan praktik desain yang umum diterapkan pada perangkat embedded untuk membedakan tekanan tidak sengaja dengan perintah yang disengaja pada fungsi kritis. Tombol reset sangat berguna dalam skenario praktis saat operator ingin memulai ulang siklus penyiraman karena dengan tombol reset memori penyimpanan data sebelumnya di NVS ESP32 dapat dihapus sehingga sistem dapat berjalan dalam kondisi yang baru.

#### 4.8 Pengujian Kombinasi Data (NVS) dengan RTC

Hasil pengujian kombinasi data waktu penyiraman terakhir yang tersimpan pada NVS dengan waktu aktual dari RTC dalam menentukan aksi penyiraman ditampilkan pada Tabel 4.7.

No	Waktu Siram Terakhir (NVS)	Waktu Sistem ON (RTC)	Selisih Waktu	Interval (jam)	Dalam Jadwal (07-17)	Aksi Sistem
1	08:00	10:00	2 jam	4 jam	Ya	Tidak menyiram
2	08:00	12:00	4 jam	4 jam	Ya	Menyiram
3	08:00	18:00	10 jam	4 jam	Tidak	Menunggu jadwal
4	08:00	06:00	22 jam	4 jam	Tidak	Menunggu jadwal

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kombinasi Data (NVS) dengan RTC

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 4.7, sistem mampu memanfaatkan kombinasi data waktu penyiraman terakhir yang tersimpan pada NVS dan waktu aktual dari RTC untuk menentukan aksi penyiraman secara tepat. Pada percobaan pertama, sistem tidak melakukan penyiraman karena selisih waktu belum mencapai interval yang ditentukan. Pada percobaan kedua, sistem langsung melakukan penyiraman karena selisih waktu telah memenuhi interval dan masih berada dalam rentang jadwal operasional. Sementara itu, pada percobaan ketiga dan keempat, meskipun selisih waktu telah melebihi interval, sistem tidak melakukan penyiraman karena berada di luar jadwal yang ditentukan, sehingga sistem menunggu hingga waktu operasional dimulai kembali. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mengandalkan selisih waktu, tetapi juga mempertimbangkan batas jadwal penyiraman, sehingga mampu menjaga konsistensi dan keamanan dalam proses penyiraman secara otomatis.

#### 4.9 Pengujian Monitoring Sistem Berbasis Blynk dan Tampilan Lokal

Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam menampilkan data monitoring, mengirimkan notifikasi, serta menjaga konektivitas baik dalam kondisi online maupun offline. Pengujian mencakup tampilan dashboard Blynk, notifikasi yang diterima pengguna, serta tampilan LCD pada kondisi normal dan saat terjadi kondisi alarm.

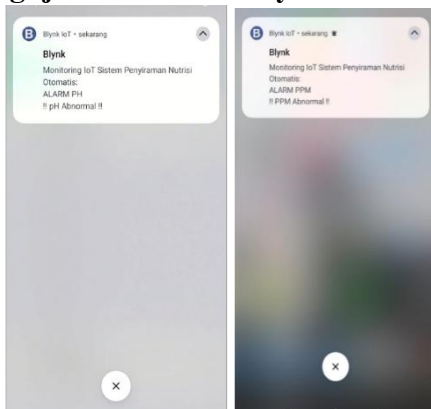
##### • Pengujian Dashboard Blynk

Gambar 4.5 Tampilan Dashboard Blynk



Gambar 4.5 Menampilkan Dashboard Blynk yang memperlihatkan data sensor secara real-time meliputi nilai pH, TDS, suhu, kelembaban, kapasitas tandon, interval waktu siram, sisa waktu siram, kondisi lingkungan, status pompa, serta status alarm saat sistem beroperasi.

• **Pengujian Notifikasi Blynk**



Gambar 4.6 Tampilan notifikasi alarm pada Smartphone dari aplikasi Blynk

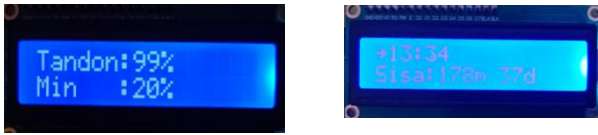
Gambar 4.6 Menunjukkan notifikasi yang dikirimkan sistem ke smartphone ketika terjadi kondisi abnormal seperti pH di luar batas, PPM tidak sesuai, tandon rendah, atau gangguan pada pompa.



Gambar 4.7 Tampilan LCD pada kondisi normal

• **Pengujian Tampilan LCD Kondisi Normal**





Gambar 4.7 Menampilkan tampilan LCD yang memperlihatkan informasi parameter sistem seperti pH, TDS, suhu, kelembaban, kapasitas tandon, kondisi lingkungan, interval waktu penyiraman, waktu dan sisa waktu penyiraman sistem secara lokal.

• **Tampilan LCD Saat Alarm Aktif**



Gambar 4.8 Tampilan LCD Pada Kondisi Alarm Aktif

Gambar 4.8 Menunjukkan tampilan LCD yang memperlihatkan pesan peringatan ketika sistem mendeteksi kondisi abnormal seperti ALARM PH, PPM, TANDON dan POMPA. Pada saat kondisi ini terjadi maka akan disertai dengan bunyi buzzer sebagai alarm untuk peringatan pada petani bahwasannya ada kondisi parameter yang abnormal.

• **Tampilan LCD dan Dashboard Blynk Saat Kondisi Offline**



Gambar 4.8 Tampilan LCD dan Dashboard Blynk Pada Kondisi

Berdasarkan Gambar 4.8, terlihat bahwa sebagai contoh data pH pada LCD terus update sementara pada dashboard blynk dalam kondisi offline hanya menampilkan data pH yang lama. Dari sini dapat disimpulkan bahwa sistem dapat terus berjalan normal walaupun dalam kondisi offline.

Berdasarkan hasil pengujian Monitoring Sistem Berbasis Blynk dan Tampilan Lokal, sistem mampu menampilkan data sensor secara real-time melalui dashboard Blynk dan LCD pada kondisi normal, seperti nilai pH, TDS, suhu, kelembaban, dan kapasitas tandon. Ketika terjadi kondisi abnormal, sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi melalui aplikasi Blynk, mengaktifkan buzzer, serta menampilkan pesan peringatan pada LCD. Pada kondisi offline, dashboard Blynk tidak dapat memperbarui data dan notifikasi tidak terkirim, namun sistem tetap menjalankan seluruh fungsi utama seperti pembacaan

sensor, pengambilan keputusan, dan proses penyiraman secara otomatis. Tampilan LCD tetap menampilkan informasi parameter sistem seperti kondisi normal tanpa adanya indikasi khusus bahwa sistem sedang offline. Hal ini menunjukkan bahwa sistem tetap dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada koneksi internet, meskipun fitur monitoring jarak jauh tidak dapat digunakan sementara waktu. Hal ini menunjukkan bahwa sistem dirancang dengan konsep non-blocking sehingga tidak bergantung pada koneksi jaringan dalam menjalankan fungsi utamanya.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman nutrisi otomatis berbasis ESP32 dan IoT Blynk berhasil dikembangkan dan mampu bekerja sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem ini dapat melakukan penyiraman secara otomatis berdasarkan waktu dan kondisi lingkungan, serta mampu mengontrol volume nutrisi secara terukur.

Integrasi berbagai sensor seperti pH, TDS, suhu, kelembaban, level air, dan flow sensor menunjukkan kinerja yang baik dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Sistem juga mampu mendeteksi kondisi abnormal dan memberikan respon berupa penghentian penyiraman, aktivasi alarm, serta pengiriman notifikasi melalui aplikasi Blynk.

Selain itu, sistem memiliki keunggulan dalam kemampuan operasional offline, sehingga tetap dapat menjalankan fungsi utama tanpa ketergantungan pada koneksi internet. Secara keseluruhan, sistem ini efektif dalam meningkatkan efisiensi, mengurangi kesalahan manusia, serta mendukung pengelolaan nutrisi tanaman hidroponik secara modern dan terotomatisasi.

### **5.2 Saran**

- 1 Perlu dilakukan pengujian jangka panjang untuk mengevaluasi dampak sistem terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman secara biologis, termasuk pengukuran bobot panen, tinggi tanaman, dan jumlah daun selada pada berbagai kondisi lingkungan.
- 2 Pengembangan sistem dapat diperluas dengan menambahkan modul dosing otomatis untuk nutrisi A dan B serta pH adjuster, sehingga sistem tidak hanya mendeteksi ketidaksesuaian parameter tetapi juga secara otomatis melakukan koreksi konsentrasi nutrisi tanpa intervensi operator.
- 3 Untuk pengembangan sistem selanjutnya dapat menggunakan sensor dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi serta kalibrasi berkala untuk meningkatkan keandalan sistem dalam jangka panjang.
- 4 Sistem dapat dikembangkan dengan penambahan fitur kecerdasan buatan (AI) atau machine learning dapat digunakan untuk memprediksi kebutuhan nutrisi tanaman secara lebih optimal.

## DAFTAR REFERENSI

- [1] Ristiyana, S., Fanata, W. I. D., Saputra, T. W., Purnamasari, I., Dewanti, P., & Taufik, R. F. (2025). The Effect of Nutritioning Interval on Automatic Drip Hydroponic System on Growth and Production of Three Varieties of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 14(1), 146-154.
- [2] Wati, D. R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Jurnal Multinetics*, 7(1), 12-21.
- [3] Muchtar, H., & Ulhaq, M. Z. H. (2023). Rancang Bangun Smart Monitoring Farming pada Media Tanah Menggunakan Sistem IoT (Internet of Things). *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, 6(2), 133-142.
- [4] Sari, I. V., Darmayanti, D. R., Widiasari, C., Indani, W., & Sitopu, M. W. (2024). SISTEM OTOMATIS PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN TANAMAN TIN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).
- [5] Sinaga, A. A., & Aswardi, A. (2020). Rancangan Alat Penyiram Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Menggunakan Rtc Dan Soil Moisture Sensor Berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 150-157.
- [6] Karna, N., Naufal, R., Raniprima, S., Pramana, I., Rahyuni, D. A. P., & Parti, I. K. (2023). Sistem Monitoring dan Kontrol Aeroponik Menuju Smart Greenbox untuk Tanaman Selada berbasis IoT. *Sistem Monitoring dan Kontrol Aeroponik Menuju Smart Greenbox untuk Tanaman Selada berbasis IoT*, 4(4), 1845-1852.
- [7] Suryantoro, H., Sari, J., Ar-Rasyid, H., Dharmalau, A., Suhandi, Y., Sucahyo, N., & Utomo, W. (2025). Prototype Sistem Penyiraman Otomatis Terukur Pada Tabulampot Menggunakan Moisture Sensor dan Flow Meter Berbasis Arduino. *JEIS: Jurnal Elektro dan Informatika Swadharma*, 5(2), 105-113.
- [8] Perteka, P. D. B., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2020). Sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik aeroponik berbasis Internet of Things. *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, 8(3), 197.
- [9] GodsPower, N. (2025). Implementation of Wireless Sensor Network in Precision Irrigation and Fertilization. *BIMA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY GOMBE*, 9(1B), 170-178.
- [10] Ezema, L. S., Ifediora, E. C., Olukunle, A. A., & Onuekwusi, N. C. (2021). Design and implementation of an Esp32-Based smart embedded industrial poultry farm. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 6(3), 103-108.
- [11] Kurniawan, C. W., & Sidiq, M. H. (2025, July). Smart Greenhouse Otomatis Berbasis IoT untuk Tanaman Selada. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis* (pp. 642-652).