

# Rancang Bangun Sistem IoT Untuk Monitoring dan Kontrol pH Serta Nutrisi AB Mix Pada Tanaman Hidroponik Bayam

*Design and Development of an IoT System for Monitoring and Controlling pH and AB Mix Nutrients in Spinach Hydroponic Plants*

**Muhammad Arifin Darmawan<sup>a,1</sup>, Hardianto<sup>b,2</sup>**

<sup>a,b</sup>Jurusan Informatika, Universitas Potensi Utama, JL. KL. Yos Sudarso Km. 6,5 No. 3A,  
Tanjung Mulia, Kota Medan, Sumatera Utara 20241, Indonesia  
[marifindarmawan@gmail.com](mailto:marifindarmawan@gmail.com)<sup>1</sup>, [hardiantoandre08@gmail.com](mailto:hardiantoandre08@gmail.com)<sup>2</sup>

---

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan dan membangun sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat memantau dan mengontrol parameter utama pertumbuhan bayam hidroponik, termasuk pH, kadar air, dan konsentrasi pupuk (TDS). Sistem ini dikendalikan oleh program Blynk, yang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi dengan sensor pH, TDS, dan ultrasonik. Data sensor secara otomatis direkam dan ditampilkan secara real-time di Google Spreadsheet untuk keperluan dokumentasi. Lima relai berfungsi sebagai aktuator untuk mengontrol pompa pengatur pH, nutrisi A/B, dan pengisian ulang air. Relai-relai ini tersedia dalam mode operasi otomatis dan manual. Mode otomatis memungkinkan penyesuaian larutan berdasarkan hasil sensor tanpa campur tangan pengguna, sementara mode manual memberikan kontrol penuh melalui aplikasi. Berdasarkan hasil uji, sistem dapat mempertahankan parameter larutan ideal sesuai dengan kebutuhan tanaman bayam dengan akurasi, responsivitas, dan stabilitas. Sistem ini membuat pengelolaan hidroponik lebih efektif, bermanfaat, dan sesuai untuk digunakan dalam pertanian hidroponik skala kecil.

**Kata Kunci :** IoT, Hidroponik, pH, TDS, Ultrasonik, ESP32, Blynk, Google Spreadsheet, Bayam

## ABSTRACT

This research aims to create and build an automated Internet of Things (IoT)-based system that can monitor and control key parameters of hydroponic spinach growth, including pH, water content, and fertilizer concentration (TDS). The system is controlled by the Blynk program, which uses an ESP32 microcontroller equipped with pH, TDS, and ultrasonic sensors. Sensor data is automatically recorded and displayed in real-time in Google Sheets for documentation purposes. Five relays function as actuators to control the pH regulator pump, A/B nutrient, and water refill. These relays are available in automatic and manual operation modes. Automatic mode allows solution adjustments based on sensor results without user intervention, while manual mode provides full control through the application. Based on test results, the system can maintain ideal solution parameters according to the needs of spinach plants with accuracy, responsiveness, and stability. This system makes hydroponic management more effective, beneficial, and suitable for use in small-scale hydroponic farming.

**Keywords :** IoT, Hydroponics, pH, TDS, Ultrasonic, ESP32, Blynk, Google Spreadsheet, Spinach

---

|           |                |            |
|-----------|----------------|------------|
| Disubmit: | Info Artikel : | Diterima : |
|           | Direview:      |            |

---

Copyright © 2025 – senadimu. All rights reserved.

---

## 1. PENDAHULUAN

Proses penanaman hidroponik menggunakan air yang diperkaya dengan larutan nutrisi sebagai media tanam, alih-alih tanah. Teknologi ini memberikan solusi bagi pertanian perkotaan dan lahan terbatas, memungkinkan pengelolaan nutrisi yang lebih akurat dan panen yang lebih cepat dan bersih. Namun, stabilitas parameter penting seperti pH dan kandungan pupuk (TDS/EC) sangat penting untuk kelangsungan sistem hidroponik. Ketidakseimbangan kedua parameter tersebut dapat menghambat

penyerapan unsur hara dan menurunkan kualitas panen [16].

Bayam, yang merupakan tanaman perdu atau semak, memiliki daun tunggal yang lembut, lebar, dan meruncing. Batangnya mungkin berwarna hijau, putih kemerahan, atau hijau keputihan. Buahnya tidak berdaging, tetapi memiliki banyak biji kecil, bulat, dan mudah pecah, serta gugusan bunga kecil dapat terlihat di ujung tangkai dan di ketiak daun. Selain akar tunggang, bayam juga mengembangkan akar lateral yang kuat dan cukup dalam. Di dataran rendah maupun dataran tinggi, serta di kebun atau pekarangan, bayam dapat dibudidayakan sepanjang tahun. Awal musim kemarau atau awal musim hujan adalah waktu terbaik untuk menanam. pH 6-7 ideal untuk pertumbuhan bayam; pH kurang dari 6 menyebabkan tanaman layu, sementara pH lebih dari 7 menyebabkan klorosis pada daun awal. Dalam budidaya hidroponik, menjaga nutrisi dan kadar pH air sangat penting untuk hasil panen maksimal, dengan kebutuhan pH 5.5-7.0 dan nutrisi 800-1400 ppm. Pada praktiknya, banyak petani masih memantau pH dan TDS secara manual dengan alat ukur konvensional. Cara ini memakan waktu, kurang akurat, dan sulit dilakukan secara berkelanjutan [16].

Dengan perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT), proses monitoring dan kontrol hidroponik dapat diotomatisasi. Mikrokontroler seperti ESP32 dapat menghubungkan sensor pH dan TDS dengan aplikasi *Blynk* untuk menampilkan data secara *real-time* dan mengaktifkan pompa otomatis bila terjadi perubahan kondisi. Tanpa campur tangan pengguna secara langsung, teknologi ini dapat menjaga kestabilan larutan nutrisi [4]. Menggunakan sensor pH, TDS, dan ultrasonik bersama dengan ESP32, penelitian ini menciptakan sistem IoT untuk melacak serta mengatur pH dan nutrisi AB Mix pada tanaman bayam hidroponik. Data ditransfer ke aplikasi *Blynk* dan kemudian disimpan secara otomatis di *Google Sheet*. Tujuan penelitian ini adalah menciptakan sistem pemantauan yang efisien dan akurat guna membantu petani memperoleh hasil panen bayam yang optimal secara praktis dan berkelanjutan.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengembangan (R&D) untuk membuat dan menguji sistem IoT yang dapat memonitor dan mengontrol pH serta nutrisi AB Mix tanaman bayam hidroponik secara otomatis dan langsung.

### A. Tahapan Penelitian

#### 1. Perancangan Sistem.

Pengembangan dan kompilasi perangkat keras dan perangkat lunak dilakukan selama fase desain sistem, yang menjadi komponen utama sistem. Tahap ini bertujuan untuk memastikan seluruh komponen dapat saling terintegrasi dengan baik dalam mendukung proses monitoring dan kontrol otomatis pada sistem hidroponik.

Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali utama dalam perancangan perangkat keras sistem. Sensor pH yang mengukur keasaman larutan, sensor TDS yang memantau kadar nutrisi, dan

sensor ultrasonik yang mengukur kadar air dalam wadah tanaman hidroponik semuanya terhubung ke mikrokontroler ini. Ketiga sensor tersebut bekerja secara bersamaan untuk memberikan data yang akurat mengenai kondisi media tanam, sehingga sistem dapat mengambil tindakan otomatis sesuai kebutuhan tanaman.

Sementara itu, pada bagian perangkat lunak, sistem menggunakan beberapa platform pendukung. *Arduino IDE* digunakan untuk melakukan proses pemrograman dan pengaturan logika kerja mikrokontroler. *Google Spreadsheet* dimanfaatkan sebagai media penyimpanan data otomatis berbasis *cloud*, sehingga hasil pembacaan sensor dapat tersimpan dan diakses kapan saja. Selain itu, aplikasi *Blynk* digunakan sebagai media monitoring dan kontrol jarak jauh secara *real-time*, di mana pengguna dapat memantau kondisi pH, TDS, dan ketinggian air, sekaligus mengendalikan perangkat seperti pompa atau katup air langsung melalui *smartphone*. Dengan demikian, sistem ini mampu memberikan kemudahan dalam pengawasan dan pengendalian proses hidroponik secara efisien dan terintegrasi.

## 2. Implementasi Sistem

Pada titik ini, semua komponen yang dikembangkan telah diintegrasikan menjadi satu sistem. Untuk membaca data dari larutan hidroponik, mikrokontroler ESP32 dihubungkan ke sensor pH, TDS, dan ultrasonik. Setelah data diproses, mikrokontroler mengirimkannya melalui *Wi-Fi* ke aplikasi *Blynk*. Jika nilai pH atau nutrisi tidak sesuai batas optimal, ESP32 akan mengaktifkan *relay* yang mengontrol pompa pH *up/down* dan pompa nutrisi AB Mix secara otomatis. Selain itu, sistem juga dapat dikontrol secara manual oleh pengguna melalui antarmuka aplikasi. Setiap perubahan kondisi akan direkam secara otomatis ke *Google Spreadsheet* untuk dokumentasi data dan analisis.

## 3. Pengujian Sistem

Tujuan dari fase pengujian sistem adalah memastikan bahwa setiap perangkat lunak dan perangkat keras berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat diintegrasikan. Empat langkah pengujian utama meliputi pengujian sensor, pengujian mikrokontroler, pengujian sistem kontrol, dan pengujian kinerja aplikasi.

Pada pengujian sensor, dilakukan pengamatan terhadap sensor pH, sensor TDS, dan sensor ultrasonik untuk memastikan kemampuan sensor dalam membaca parameter lingkungan secara stabil dan konsisten. Sensor pH dan TDS digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman dan konsentrasi nutrisi larutan, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk memantau ketinggian air pada wadah tanaman hidroponik.

Pengujian mikrokontroler berfokus pada kinerja ESP32 dalam mengolah data dari sensor, mengirimkan informasi ke aplikasi, serta mengendalikan perangkat seperti pompa air. Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap efisiensi penggunaan daya untuk memastikan sistem bekerja secara optimal dan berkelanjutan.

Tahap pengujian sistem kontrol dilakukan untuk menilai respons pompa otomatis terhadap perubahan nilai pH, konsentrasi nutrisi, dan ketinggian air yang terdeteksi oleh sensor. Penyesuaian algoritma kontrol diterapkan agar sistem mampu melakukan tindakan korektif secara cepat, akurat, dan stabil.

Selanjutnya, pengujian kinerja aplikasi dilakukan untuk mengevaluasi integrasi antara aplikasi *Blynk* dan *Google Spreadsheet*. Pembacaan sensor secara otomatis direkam menggunakan *Google Sheets*, platform penyimpanan data berbasis *cloud*, dan pemantauan serta kontrol jarak jauh secara *real-time*

dilakukan menggunakan aplikasi *Blynk*. Pengujian juga mencakup komunikasi antar perangkat guna memastikan sistem dapat beroperasi secara responsif dan andal.

#### 4. Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan untuk mengevaluasi keseluruhan kinerja sistem IoT hidroponik yang telah dirancang. Data yang diperoleh dari hasil pengujian sensor pH, TDS, dan ultrasonik diolah untuk menilai tingkat akurasi pembacaan serta konsistensinya terhadap perubahan kondisi larutan hidroponik. Selain itu, analisis juga mencakup penilaian terhadap kestabilan sistem, mengintegrasikan kemampuan pemrosesan dan transmisi data *real-time* mikrokontroler ESP32 ke aplikasi *Google Spreadsheet* dan *Blynk* tanpa jeda yang berarti.

Efektivitas sistem kontrol otomatis juga dianalisis dengan membandingkan kemampuan sistem dalam mempertahankan nilai pH dan konsentrasi nutrisi pada batas optimal terhadap pengaturan manual. Hasil pengujian ini digunakan untuk menilai sejauh mana sistem otomatis mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan larutan dibandingkan intervensi manusia.

Selain itu, data dari *Google Spreadsheet* digunakan sebagai sumber dokumentasi historis untuk memantau pola perubahan nilai sensor dalam jangka waktu tertentu. Dari hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan keandalan sistem dalam menjaga kestabilan lingkungan hidroponik secara berkelanjutan dan memberikan gambaran sejauh mana sistem IoT ini dapat diterapkan pada skala yang lebih luas.

#### B. Alur Kerja Sistem

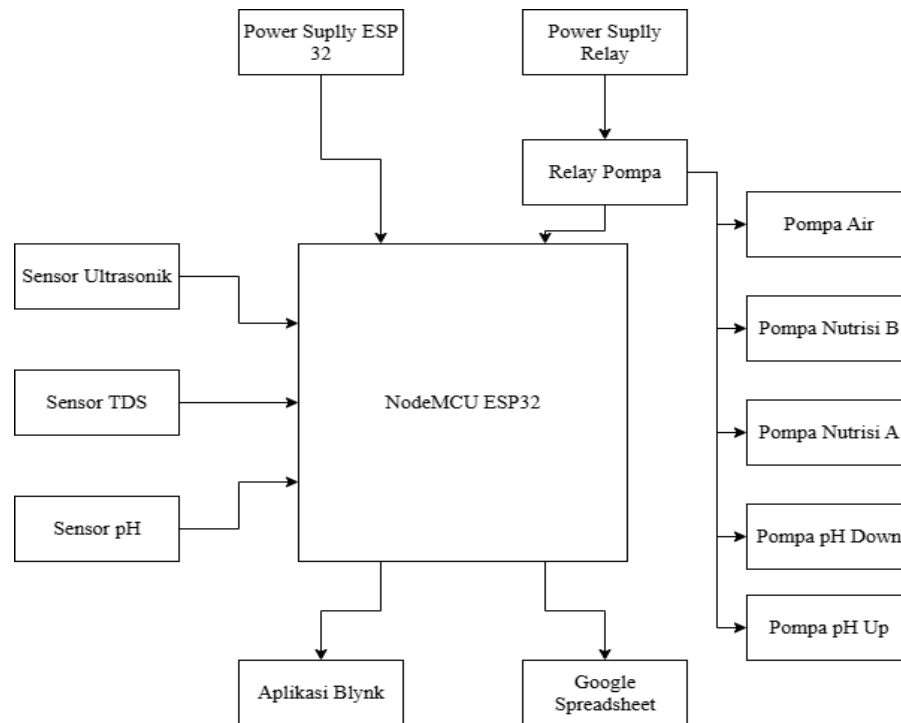
Sistem IoT pada hidroponik ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dan terintegrasi antara sensor, mikrokontroler, serta aplikasi berbasis internet. Proses dimulai ketika sensor pH, TDS, dan ultrasonik membaca kondisi larutan nutrisi pada hidroponik, seperti tingkat keasaman, konsentrasi nutrisi, serta ketinggian air dalam wadah tanaman. Ketiga sensor mengirimkan data ke mikrokontroler ESP32, yang kemudian memproses dan mengevaluasinya. Melalui koneksi *Wi-Fi*, mikrokontroler kemudian mengirimkan data tersebut ke *Google Sheets*, yang kemudian langsung disimpan di *cloud*, sehingga semua data pemantauan dapat direkam dan diambil kapan pun diperlukan.

Selanjutnya, informasi dikirimkan ke aplikasi *Blynk* yang berfungsi sebagai media pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Apabila sistem mendeteksi nilai pH atau nutrisi berada di luar batas optimal yang telah ditentukan, mikrokontroler akan mengaktifkan pompa secara otomatis untuk menyesuaikan kondisi larutan hingga mencapai tingkat ideal. Pengguna dapat langsung memantau kondisi sistem dengan tampilan data waktu nyata aplikasi *Blynk*. Selain kontrol otomatis, pengguna juga dapat menjalankan kontrol manual melalui *Blynk* untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa sesuai kebutuhan. Dengan integrasi antara ESP32, sensor, *Google Spreadsheet*, dan *Blynk*, sistem IoT hidroponik ini mampu memantau, mengendalikan, serta mencatat seluruh aktivitas secara efisien dan terstruktur.

#### C. Diagram Blok Rangkaian

Blok Diagram digunakan untuk memberikan gambaran umum hubungan antara komponen utama dalam sistem. Diagram ini mencakup sensor pH dan TDS yang terhubung ke mikrokontroler,

mikrokontroler yang berkomunikasi dengan aplikasi *Blynk* melalui internet, aktuator (pompa) yang dikontrol berdasarkan data sensor, dan program untuk kendali dan pemantauan jarak jauh. Gambar 1 berikut mengilustrasikannya:



**Gambar 1. Diagram Blok Rangkaian**

Hasil pembacaan dari sensor diolah oleh ESP32, kemudian dikirimkan ke aplikasi *Google Sheets* dan *Blynk* melalui koneksi *Wi-Fi*. Aplikasi *Blynk* berfungsi sebagai media pemantauan dan kontrol jarak jauh secara *real-time*, sedangkan *Google Spreadsheet* digunakan untuk menyimpan data hasil pengukuran secara otomatis di *cloud* agar dapat diakses kapan saja.

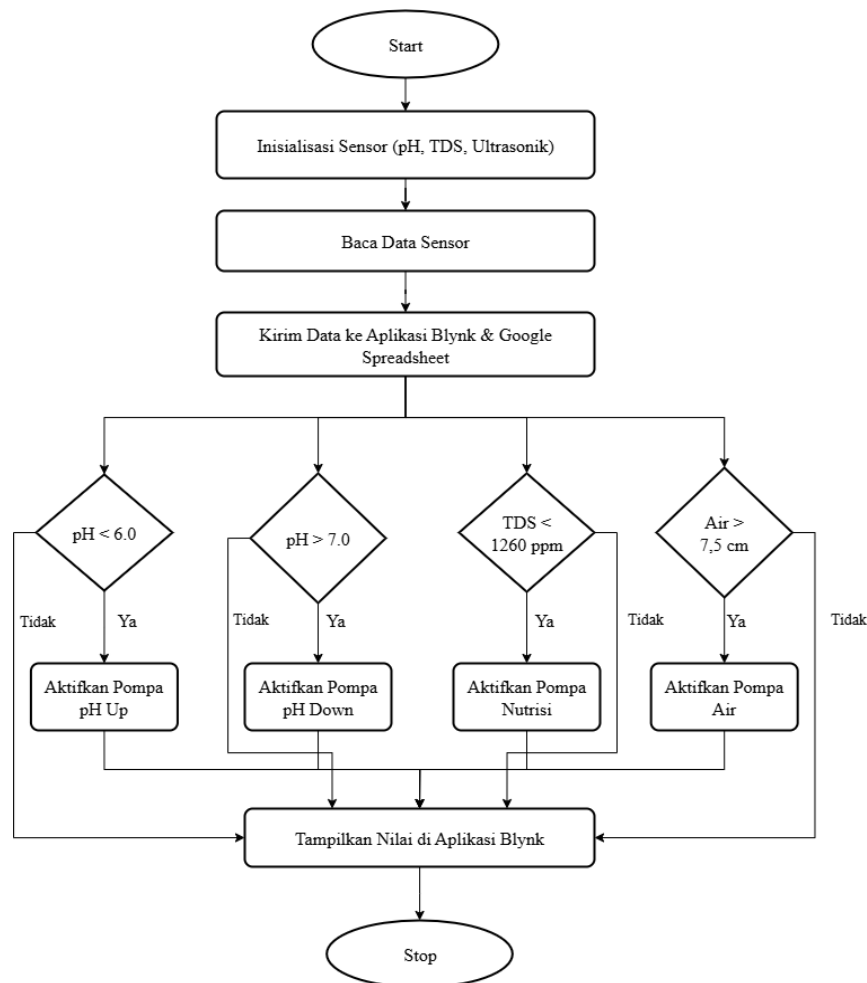
Melalui relai 5 kanal yang digerakkan oleh sumber daya relai, sistem mengelola beberapa pompa dari sisi aktuator. Di antara pompa ini adalah pompa air, pompa nutrisi A dan B, pompa pH-naik, dan pompa pH-turun, yang mengubah kondisi larutan untuk mempertahankan batas optimal. ESP32 dan catu daya relai menyediakan daya ke setiap komponen, menjamin fungsi sistem yang stabil.

Secara keseluruhan, diagram ini menjelaskan alur kerja sistem mulai dari pembacaan parameter lingkungan oleh sensor, pemrosesan data oleh mikrokontroler ESP32, pengiriman informasi ke aplikasi, hingga pengendalian pompa otomatis yang menjaga keseimbangan nutrisi dan pH dalam sistem hidroponik.

#### D. *Flowchart* Sistem

*Flowchart* atau diagram alir adalah representasi visual dari urutan proses dalam suatu sistem. Diagram ini menggambarkan aliran kerja mulai dari input, pemrosesan, hingga output secara sistematis.

Dalam sistem IoT, *Flowchart* digunakan untuk menjelaskan alur data dari pembacaan sensor, pengolahan oleh mikrokontroler, hingga pengiriman ke aplikasi atau sistem penyimpanan. Setiap simbol memiliki fungsi tertentu, seperti simbol proses untuk kegiatan pemrosesan data dan simbol keputusan untuk percabangan logika. Dengan demikian, Karena menggambarkan logika kerja secara jelas dan sistematis, diagram alur memudahkan perancangan, analisis, dan implementasi sistem. Gambar 2 berikut mengilustrasikannya:



**Gambar 2. Flowchart Sistem**

Proses sistem pemantauan dan kontrol nutrisi pH dan AB Mix berbasis IoT untuk tanaman bayam hidroponik dijelaskan dalam *Flowchart* di atas. Mikrokontroler ESP32 memulai prosedur dengan menginisialisasi sensor pH, TDS, dan ultrasonik. Data kondisi larutan hidroponik kemudian dibaca oleh sistem. Secara *real-time*, data yang dihasilkan dikirimkan ke *Google Spreadsheet* dan aplikasi *Blynk*.

Berdasarkan hasil pembacaan sensor, sistem secara otomatis akan mengambil tindakan sesuai kondisi yang terdeteksi: apabila nilai pH berada di bawah 6.0, maka pompa pH *Up* akan menyala; jika pH melebihi 7.0, pompa pH *Down* akan diaktifkan; ketika nilai TDS kurang dari 1260 ppm, pompa nutrisi akan bekerja; dan jika ketinggian air mencapai lebih dari 7,5 cm, pompa air akan dihidupkan. Setelah penyesuaian dilakukan, data terbaru ditampilkan kembali pada aplikasi *Blynk*. Proses ini berlangsung terus-menerus secara otomatis hingga sistem dihentikan oleh pengguna.

## E. Bahan dan Peralatan Penelitian

Alat dan perlengkapan berikut digunakan dalam penelitian ini:

### 1. Mikrokontroler ESP32

Penerus mikrokontroler ESP32, ESP32, pertama kali dirilis oleh *Espressif Systems*. Dengan modul *WiFi* dan *Bluetooth* terintegrasi, mikrokontroler ini ideal untuk membuat aplikasi *Internet of Things* (IoT). Dengan dukungan *input/output* analog dan digital, PWM, SPI, I2C, dan lainnya, ESP32 memiliki rangkaian fitur yang lengkap [16].

### 2. Sensor pH

pH meter digunakan untuk mengetahui nilai keasaman atau kebasaan dari sebuah larutan. Salah satu alat untuk mengukur pH adalah pH meter, yang utamanya terdiri dari sensor *probe*. Sensor *probe* elektroda kaca ini mengukur jumlah ion  $H_3O^+$  yang terdapat dalam suatu larutan. Sensor pH perlu dikalibrasi secara berkala sebelum digunakan dalam sistem pengujian atau pemantauan agar menghasilkan hasil pengukuran yang akurat. [16].

### 3. Sensor TDS

Kadar Total Padatan Terlarut (TDS) dalam air diukur menggunakan sensor TDS. Konsentrasi padatan terlarut dalam air dikenal sebagai TDS. Air menjadi semakin keruh seiring meningkatnya nilai TDS, dan sebaliknya. Air menjadi lebih jernih ketika nilai TDS lebih rendah. Sensor TDS analog dengan rentang tegangan input 3,3 hingga 5V dan rentang tegangan analog output 0 hingga 2,3V ini cocok untuk aplikasi hidroponik, pengendalian kualitas air, dll [16].

### 4. Sensor *Ultrasonic*

Adalah sensor yang mengukur jarak suatu objek menggunakan gelombang ultrasonik. Untuk mendeteksi pantulan sinyal ultrasonik ketika mengenai permukaan objek di depannya, sensor ini terlebih dahulu memancarkan sinyal ultrasonik dalam bentuk pulsa. Untuk menentukan jarak berdasarkan waktu tempuh gelombang pantul, modul sensor ini dapat digunakan sebagai pemancar sekaligus penerima gelombang ultrasonik.

### 5. *Relay Lima Channel*

*Relay 5 channel* merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar elektromekanis yang dikendalikan secara elektronik dan memiliki lima kanal (saluran) independen. Setiap kanal dapat mengontrol satu perangkat listrik bertegangan tinggi seperti pompa, lampu, atau motor, sehingga dalam satu modul *relay 5 channel* dapat mengatur hingga lima beban berbeda secara terpisah.

### 6. *Solenoid Valve*

*Solenoid* merupakan perangkat elektromagnetik yang memanfaatkan aliran arus listrik, baik DC maupun AC, untuk menggerakkan katup atau bagian mekanis lainnya. Komponen ini banyak digunakan sebagai elemen kontrol utama dalam berbagai sistem fluida, seperti sistem hidrolik, pneumatik, maupun pada mesin yang memerlukan pengendalian otomatis terhadap aliran fluida [16].

## 7. Pompa DC

Pompa DC adalah jenis pompa khusus yang mendapatkan dayanya dari arus searah. Efisiensi energi yang sangat baik dari pompa DC merupakan salah satu keunggulan utamanya, sehingga menjadikannya sempurna untuk aplikasi yang mengutamakan penghematan energi. Selain itu, pompa DC menawarkan fleksibilitas yang luar biasa dalam berbagai aplikasi karena cenderung lebih mudah dikontrol dalam hal aliran dan kecepatan. Pompa ini juga dapat diandalkan ketika tidak ada akses ke sumber daya utama karena beroperasi dengan baterai atau sumber daya DC lainnya. Aplikasi pompa DC sangat beragam, meliputi hidroponik, peralatan medis, irigasi skala kecil, pendingin ruangan, dan sistem air minum [16].

## 8. *Arduino IDE*

Program komputer khusus yang disebut *Integrated Development Environment* (IDE) memungkinkan Anda membuat atau memprogram sketsa untuk papan *Arduino*. *Arduino IDE* adalah program *Java* yang sangat kompleks [13].

## 9. Aplikasi *Blynk*

ESP8266, *Arduino*, *Raspberry Pi*, dan perangkat sejenis dapat dikendalikan secara online menggunakan *Blynk*, yaitu sebuah platform dapat diakses pada sistem operasi *iOS* dan *Android*. Aplikasi *Blynk* memiliki antarmuka yang mudah digunakan serta mendukung berbagai jenis ponsel pintar berbasis *iOS* maupun *Android*. Walaupun *Blynk* tidak bergantung pada jenis chip atau komponen tertentu, aplikasi ini tetap memerlukan koneksi *Wi-Fi* untuk dapat terhubung dan berkomunikasi dengan perangkat keras. Secara umum, *Blynk* terdiri atas tiga komponen utama: Program, Server, dan Library, di mana server *Blynk* berperan dalam mengelola seluruh komunikasi antara perangkat keras dan ponsel pintar [13].

## 10. *Google Spreadsheet*

*Google Spreadsheet* (atau *Google Sheets*) adalah aplikasi lembar kerja berbasis *cloud* yang dikembangkan oleh *Google* dan merupakan bagian dari layanan *Google Workspace*. Pengolahan data, perhitungan, analisis, dan penyajian tabel *web* semuanya dilakukan oleh program ini. Karena berbasis *web*, semua data disimpan di *Google Drive*, sehingga pengguna dapat mengakses, mengedit, dan berbagi dokumen secara *real-time* dari berbagai perangkat melalui internet.

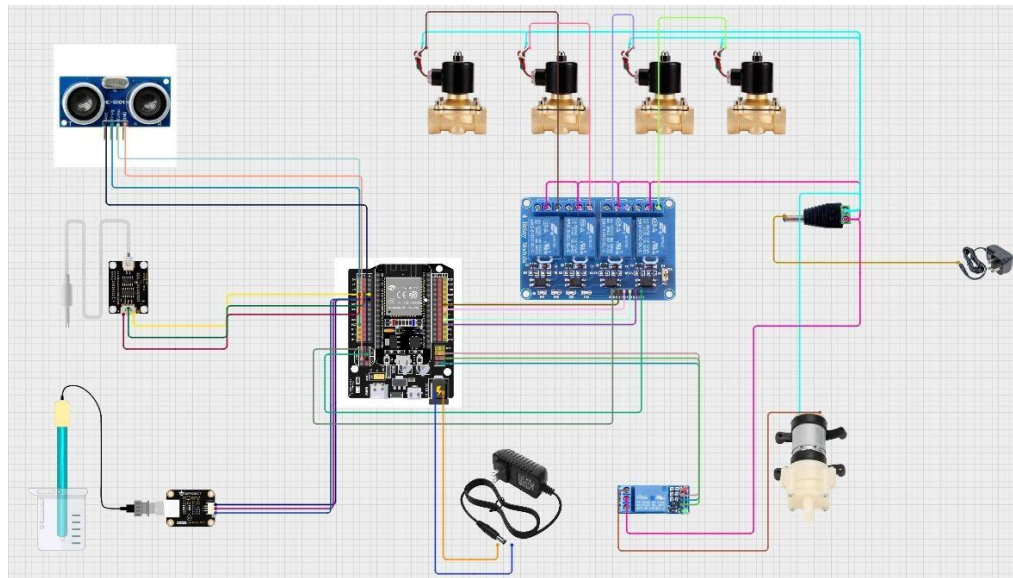
# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 1. Diagram Rangkaian Sistem

Diagram rangkaian sistem menunjukkan keterhubungan dan fungsi kerja dari seluruh komponen utama yang menyusun sistem IoT hidroponik, meliputi pompa otomatis, sensor pH, sensor TDS, sensor ultrasonik, relai, serta mikrokontroler ESP32. Rangkaian ini menggambarkan alur transmisi data antara sensor, mikroprosesor, dan aktuator yang bekerja secara terpadu dalam satu sistem. Sensor pH dan TDS berfungsi untuk mengukur tingkat keasaman serta konsentrasi nutrisi pada larutan hidroponik, sedangkan sensor ultrasonik digunakan untuk memantau ketinggian air di wadah tanam.

Semua data dari sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler ESP32 untuk diproses dan dianalisis. Berdasarkan hasil pembacaan, ESP32 kemudian memberikan sinyal kendali ke *relay* untuk mengaktifkan pompa air atau pompa larutan penyesuaian pH dan nutrisi secara otomatis. Dengan adanya

*relay* sebagai penghubung antara sinyal logika mikrokontroler dan perangkat pompa bertegangan tinggi, sistem mampu bekerja dengan aman dan efisien. Gambar 3 berikut mengilustrasikannya:



**Gambar 3. Diagram Rangkaian Sistem**

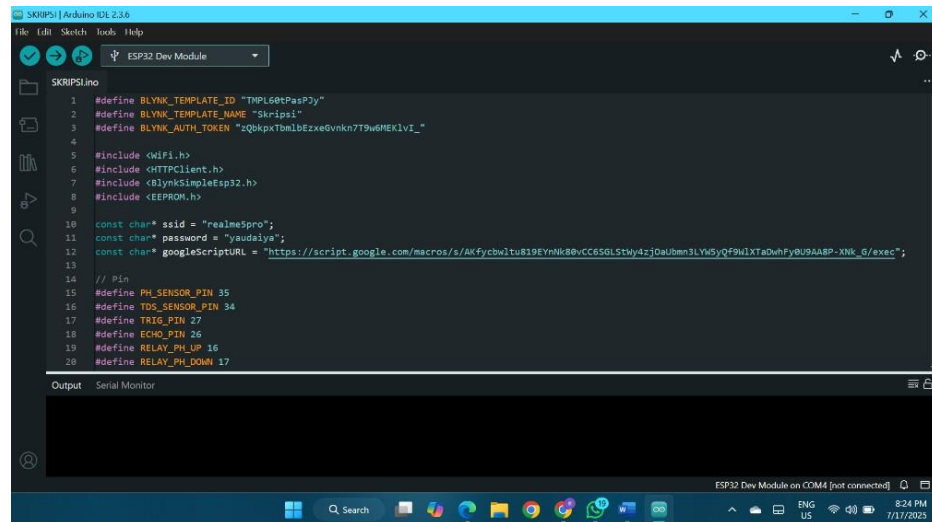
Interaksi antara elemen-elemen kunci sistem *Internet of Things* untuk pemantauan dan pengendalian pH dan pupuk AB Mix pada tanaman hidroponik digambarkan pada diagram di atas. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat pemrosesan data dan menerima data dari sensor pH, TDS, dan ultrasonik. Data yang dihasilkan kemudian dikirim ke aplikasi *Blynk* melalui koneksi *Wi-Fi*. Mikroprosesor secara otomatis memodifikasi kondisi larutan dengan mengaktifkan *relay* yang terpasang pada pompa air, pompa nutrisi A/B, dan pompa pH naik/turun jika kadar pH atau TDS menyimpang dari rentang yang telah ditentukan.

## 2. Pengujian *Software Arduino IDE*

Pengujian perangkat lunak pada *Arduino IDE* dilakukan untuk memastikan bahwa program yang ditanamkan pada mikrokontroler ESP32 dapat berjalan sesuai dengan logika yang telah dirancang. Tahapan ini meliputi proses verifikasi kode, pengunggahan (*upload*) ke mikrokontroler, serta pengujian fungsi setiap bagian program. Pada tahap verifikasi, dilakukan pengecekan sintaks untuk memastikan tidak ada kesalahan penulisan kode yang dapat menghambat proses kompilasi. Setelah program berhasil diverifikasi, kode kemudian diunggah ke ESP32 melalui koneksi USB agar sistem dapat dieksekusi secara langsung.

Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap fungsi utama seperti pembacaan data sensor pH, TDS, dan ultrasonik, pengiriman data ke *Google Spreadsheet* dan aplikasi *Blynk*, serta pengendalian pompa melalui *relay*. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa setiap perintah dalam program mampu merespons input dari sensor dengan benar dan mengaktifkan aktuator sesuai kondisi yang ditetapkan. Selain itu, dilakukan juga pengujian stabilitas komunikasi antara ESP32 dan jaringan *Wi-Fi* untuk memastikan proses pengiriman data real-time berjalan tanpa gangguan. Hasil dari pengujian perangkat

lunak ini digunakan untuk dasar evaluasi untuk menyempurnakan algoritma kontrol dan meningkatkan keandalan sistem. Gambar 4 berikut mengilustrasikannya:



**Gambar 4. Pengujian *Software Arduino IDE***

### 3. Hasil Pengujian Sensor

Untuk mengetahui seberapa baik sistem membaca dan mengatur parameter hidroponik secara otomatis, pengujian dilakukan. Pengujian dilaksanakan dengan menyalakan sistem selama beberapa jam dan mencatat data hasil pembacaan sensor yang ditampilkan pada *Google Spreadsheet*. Tabel 1 berikut menunjukkan hasil pembacaan sensor pH, TDS, dan ketinggian air yang diperoleh selama proses pengujian berlangsung.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor dan Pengiriman Data**

| Date                | pH   | TDS  | Water Level(cm) | Status pH | Status TDS | Status Air |
|---------------------|------|------|-----------------|-----------|------------|------------|
| 17/07/2025 14:37:18 | 6.43 | 1402 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:24 | 6.42 | 1402 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:28 | 6.32 | 1403 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:33 | 6.42 | 1403 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:38 | 6.32 | 1403 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:43 | 6.48 | 1402 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |
| 17/07/2025 14:37:48 | 6.41 | 1402 | 6.2             | Normal    | Normal     | Cukup      |

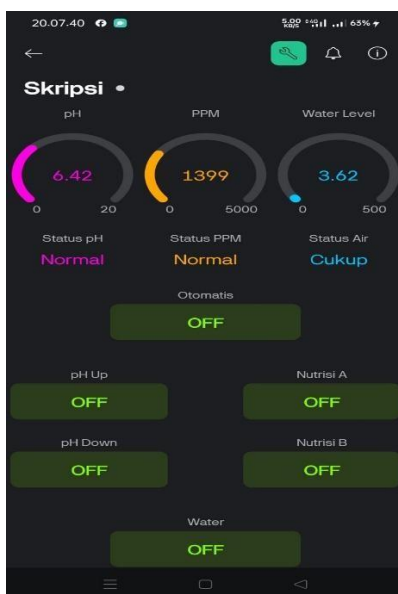
|                     |      |      |     |        |        |       |
|---------------------|------|------|-----|--------|--------|-------|
| 17/07/2025 14:37:53 | 6.44 | 1403 | 6.2 | Normal | Normal | Cukup |
| 17/07/2025 14:37:58 | 6.43 | 1402 | 6.2 | Normal | Normal | Cukup |

Dari tabel di atas terlihat bahwa sistem mampu memantau kondisi larutan hidroponik dengan baik. Nilai pH berkisar antara 6.5–6.9, sedangkan nilai TDS berada pada kisaran 1250–1420 ppm, yang masih sesuai dengan standar kebutuhan nutrisi tanaman bayam hidroponik. Perubahan nilai pH dan TDS terbaca secara real-time dan setiap data baru secara otomatis dikirim ke server serta disimpan pada *Google Spreadsheet*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem IoT yang dikembangkan mampu mengirim dan memantau data secara stabil.

#### 4. Hasil Pengujian Aplikasi *Blynk*

Aplikasi *Blynk* berperan sebagai antarmuka utama dalam sistem IoT hidroponik yang berfungsi untuk memantau sekaligus mengendalikan seluruh proses secara *real-time*. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat dengan mudah melihat data hasil pembacaan sensor, seperti ketinggian air dari sensor ultrasonik, tingkat keasaman (pH), serta nutrisi (TDS) dalam satu tampilan yang terintegrasi dan mudah dipahami. *Blynk* menampilkan data melalui koneksi *Wi-Fi*, supaya pengguna dapat menggunakan perangkat seluler mereka untuk memeriksa kondisi larutan hidroponik.

Selain berfungsi sebagai media pemantauan, aplikasi *Blynk* juga dilengkapi fitur kontrol yang memungkinkan pengguna mengoperasikan sistem baik secara otomatis maupun manual. Pada mode otomatis, sistem akan menyesuaikan kerja pompa berdasarkan hasil pembacaan sensor untuk menjaga pH dan nutrisi tetap pada batas optimal. Sementara itu, pada mode manual, pengguna dapat mengaktifkan atau menonaktifkan pompa secara langsung melalui tombol kendali pada aplikasi sesuai kebutuhan spesifik. Aplikasi ini juga memberikan tampilan indikator status pompa dan koneksi sistem, sehingga pengguna dapat mengetahui apakah perangkat berfungsi dengan baik atau memerlukan penyesuaian. Dengan fitur-fitur tersebut, *Blynk* menjadi komponen penting dalam menjaga efisiensi, kemudahan pemantauan, dan keandalan sistem IoT hidroponik. Gambar 5 berikut mengilustrasikannya:



### Gambar 5. Tampilan Aplikasi *Blynk* Utama

Gambar 5 menunjukkan aplikasi *Blynk* yang digunakan dalam tampilan utama studi ini. Masing-masing dari tiga indikator utama pH, PPM (TDS), dan level air memiliki bilah status yang bertuliskan "Normal", "Tidak Normal", "Cukup", dan "Kurang". Tombol kontrol untuk pH Naik, pH Turun, Air, Nutrisi A, dan B terletak di bawahnya, beserta tombol untuk mode Otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem merespons perubahan nilai sensor dengan cepat. Waktu respon dari pembacaan sensor hingga aktivasi pompa rata-rata di bawah 2 detik. Nilai sensor diperbarui secara *real-time* pada dashboard *Blynk* dan tersimpan otomatis ke *Google Spreadsheet* untuk analisis lebih lanjut.

#### 5. Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian, sistem IoT yang dirancang terbukti mampu melakukan monitoring dan kontrol otomatis terhadap parameter penting pada tanaman hidroponik, yaitu pH, TDS, dan ketinggian air. Nilai pH dan TDS yang ditampilkan menunjukkan tingkat keakuratan tinggi dengan selisih sangat kecil dibandingkan alat ukur manual.

Keunggulan utama sistem ini terletak pada kemampuannya bekerja secara otomatis dan *real-time*, sehingga pengguna tidak perlu melakukan pengecekan rutin secara manual. Selain itu, integrasi antara mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali, *Blynk* sebagai antarmuka monitoring, dan *Google Spreadsheet* sebagai media penyimpanan data sehingga menjadikan sistem ini efisien, praktis, serta mudah digunakan.

Setiap hasil pembacaan sensor dan aktivitas kontrol otomatis tersimpan otomatis di *Google Spreadsheet*, sehingga data dapat diakses, dianalisis, dan didokumentasikan secara langsung tanpa perlu pencatatan manual. Hal ini mendukung peningkatan akurasi dan kemudahan evaluasi hasil pemantauan. Menurut temuan ini, sistem *Internet of Things* ini dapat menjadi cara yang berguna untuk meningkatkan produktivitas pertanian bayam hidroponik dan menjadi dasar bagi sistem pertanian pintar di masa mendatang.

#### 6. Hasil Produk

Penelitian ini menghasilkan alat berbasis IoT yang telah dibuat untuk memantau dan mengontrol budidaya bayam hidroponik secara otomatis. Tampilan fisik dari sistem yang telah direalisasikan dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Sistem Hidroponik Berbasis IoT**

Dengan aplikasi *Blynk*, sensor pH, TDS, dan ultrasonik sistem memungkinkan pemantauan kondisi larutan secara *real-time*, dan datanya otomatis tersimpan di *Google Spreadsheet*. Sistem ini secara efektif menjaga pH, kadar nutrisi, dan volume air, serta dapat berjalan secara otomatis dan manual.

#### 4. KESIMPULAN

Sistem pemantauan dan kontrol otomatis berbasis IoT ini berhasil dirancang dan beroperasi secara efektif dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke sensor pH, TDS, dan ultrasonik. Berdasarkan hasil desain, implementasi, dan pengujian, sistem mampu membaca serta mengendalikan kondisi larutan hidroponik secara akurat dan stabil. Dengan menggunakan aplikasi *Blynk* untuk mengirimkan dan menyimpan data pembacaan sensor secara *real-time* melalui koneksi *Wi-Fi*, pengguna dapat dengan mudah mengawasi kondisi tanaman dari jarak jauh.

Terdapat dua cara pengoperasian pada sistem ini, yakni manual dan otomatis. Dalam kondisi otomatis, sistem menggunakan data sensor untuk secara otomatis mengontrol penambahan air, larutan nutrisi AB Mix, pH *Up*, dan pH *Down* tanpa perlu input pengguna. Namun, dalam mode manual, pengguna dapat menggunakan aplikasi *Blynk* untuk mengontrol pompa secara langsung. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini dapat menjaga kadar pH dan TDS sekitar 6,0 dan 7,0, yang merupakan rentang ideal pertumbuhan bayam, dan antara 1260 dan 1610 ppm. Karena dapat mengurangi frekuensi pemeriksaan, menjaga stabilitas larutan, dan meningkatkan kualitas perkembangan tanaman secara menyeluruh, penerapan teknologi IoT pada sistem ini terbukti lebih efektif daripada pendekatan manusia.

Agar sistem dapat dikembangkan lebih optimal, beberapa hal perlu diperhatikan, antara lain penambahan fitur notifikasi otomatis ketika nilai sensor berada di luar batas normal, serta penggunaan proteksi listrik tambahan untuk mencegah kerusakan akibat arus berlebih. Sistem juga disarankan dilengkapi penyimpanan data lokal sebagai cadangan saat koneksi internet terputus, dan alat pengaduk atau pompa sirkulasi untuk memastikan larutan nutrisi tercampur merata. Selain itu, penambahan casing pelindung pada rangkaian elektronik diperlukan agar perangkat lebih aman dari air dan debu saat di luar

ruangan. Dengan pengembangan tersebut, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi berkelanjutan dalam penerapan pertanian modern berbasis IoT yang efisien, aman, dan mudah dioperasikan.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada Universitas Potensi Utama atas tempat serta dukungannya, serta kepada dosen pembimbing saya atas nasihat dan bimbingannya. Atas doa, dorongan, dan dukungan mereka yang tak ternilai, saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada orang tua, saudara, sahabat, dan wanita yang telah mendampingi saya. Semoga penelitian ini bermanfaat dan memberikan kontribusi yang signifikan bagi kemajuan teknologi pertanian berbasis *Internet of Things* (IoT).

### REFERENSI

- [1] Alam, R. L., & Nasuha, A. (2020). Sistem pengendali pH air dan pemantauan lingkungan tanaman hidroponik menggunakan fuzzy logic berbasis IoT. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 5(1), 11-20.
- [2] Alfianur, M. F. (2024). Rancang Bangun Sistem Pemantau Temperatur dan pH Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IOT) menggunakan Mikrokontroler Nodemcu ESP-8266.
- [3] Doni, R., & Rahman, M. (2020). Sistem monitoring tanaman hidroponik berbasis IoT (Internet of Thing) menggunakan Nodemcu ESP8266. *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, 4(2), 516-522.
- [4] Dwiputra, R., Saputra, R. E., & Setianingsih, C. (2021). Perancangan Sistem Kendali Dan Pemantauan Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (iot). *eProceedings of Engineering*, 8(2).
- [5] Hidayat, M. A. J., & Amrullah, A. Z. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan NodeMCU ESP32. *Jurnal Saintekom: Sains, Teknologi, Komputer dan Manajemen*, 12(1), 23-32.
- [6] Hidayatullah, P., Orisa, M., & Mahmudi, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IOT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 1200-1207.
- [7] Maris, S., Wilyanti, S., & Jaenul, A. (2023). Sistem Monitoring dan Kontroling pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT). *Prosiding Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO)*, 220-220.
- [8] Narulita, S., Nugroho, A., & Abdillah, M. Z. (2024). Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS). *Bridge: Jurnal Publikasi Sistem Informasi dan Telekomunikasi*, 2(3), 244-256.
- [9] Nistrina, K., & Lestari, T. A. (2024). Desain Inovatif Sistem Informasi Profil Hotel Damanaka Pangalengan Berbasis Website Menggunakan UML dan Figma. *J-SIKA: Jurnal Sistem Informasi Karya Anak Bangsa*, 6(1), 8-17.
- [10] Nurlita, I., Anggraini, R., & Akuntansi, S. I. (2023). Analysis and Design of Incoming and Outgoing Cash Accounting Information Systems at Kilometer 28 Laundry Using the PIECES and Waterfall Methods with Unified Modeling Language (UML) Tools. *Formosa Journal of Applied Sciences*, 2(6), 1065-1090.

- [11] Rahman, F., & Doni, R. (2020). Penerapan IoT untuk Pengendalian Tanaman Hidroponik Secara Otomatis. *Jurnal Ilmiah Informatika*, 8(4), 120–127.
- [12] Rustan, M. F. (2021). Smart Monitoring Hidroponik Berbasis Internet of Things. *Journal of Computer and Information System (J-CIS)*, 4(2), 51-61.
- [13] Syukhron, I. (2021). Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(1), 1–11.
- [14] Wati, D. R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Jurnal Multinetics*, 7(1), 12-21.
- [15] Zulfan, A., Rintyarna, B. S., & Nugroho, A. B. (2024). Rancang Bangun Smart Nutrition System pada Teknik Budidaya Hidroponik Kangkung (*Ipomoea* Spp) dan Bayam (*Amaranthus* Spp) Berbasis IoT (Internet of Things). *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, 6(2), 234–244.
- [16] Zulfajji, Z., Mangesa, R. T., & Karen, K. (2022). PENERAPAN TEKNOLOGI INTERNET OF THING (IoT) PADA BISNIS BUDIDAYA TANAMAN HIDROPONIK. *Jurnal Media Elektrik*, 19(2), 102-105.