

## RANCANG BANGUN PENUMPUKAN OTOMATIS PADA TANAMAN HIDROPONIK MENGGUNAKAN METODE THRESHOLD DENGAN SENSOR PH DAN TDS (TOTAL DISSOLVED SOLIDS) BERBASIS MICROCONTROLLER

**Ai Aliya Mahmudah<sup>1</sup>, Agus Ramdhani Nugraha<sup>2</sup>**

Program Studi Teknik Informatika, STMIK DCI

*Email: aialyamahmudah@gmail.com*

*Email: agus.tsm78@gmail.com*

### ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan membangun sistem pemupukan otomatis untuk tanaman hidroponik kangkung metode NFT berbasis Internet of Things (IoT). Sistem menggunakan mikrokontroler, sensor pH dan TDS, serta metode Threshold untuk menentukan kebutuhan nutrisi berdasarkan data sensor secara real-time. Pemantauan dan pengendalian dilakukan melalui aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat mengakses dan mengontrol sistem melalui smartphone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan pH dan konsentrasi nutrisi secara otomatis, mengurangi intervensi manual, serta meningkatkan efektivitas pertumbuhan tanaman. Sistem ini diharapkan menjadi solusi pertanian cerdas yang praktis dan efisien untuk skala rumah tangga.

Kata Kunci : Hidroponik, IoT, Sensor PH dan TDS, Threshold, Blynk

### I. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan pangan akibat pertumbuhan penduduk mendorong penerapan metode pertanian yang efektif dan berkelanjutan. Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman tanpa tanah yang menggunakan larutan nutrisi sebagai media tanam. Metode ini menawarkan berbagai keunggulan, seperti efisiensi penggunaan lahan, kemudahan pengendalian hama dan penyakit, serta peningkatan hasil panen. Namun, keberhasilan budidaya hidroponik sangat bergantung pada

pengelolaan konsentrasi nutrisi dan pH larutan secara tepat.

Pada sistem hidroponik manual, pemantauan dan penyesuaian pH serta TDS harus dilakukan beberapa kali sehari sehingga membutuhkan waktu dan biaya operasional yang cukup besar. Penerapan teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi budidaya dengan menurunkan biaya perawatan, menghemat penggunaan air dan nutrisi, serta mengurangi kebutuhan tenaga kerja. Dengan sistem otomatis berbasis IoT, biaya operasional dapat ditekan hingga 30–50% dibandingkan sistem manual.

Untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian sistem, penelitian ini menggunakan platform Blynk yang memungkinkan komunikasi IoT berbasis cloud secara real-time melalui smartphone. Dengan Blynk, pengguna dapat memantau data, mengontrol perangkat, serta menerima notifikasi terkait perubahan pH dan nutrisi tanaman secara langsung, sehingga pengelolaan sistem hidroponik menjadi lebih praktis dan efisien.

Penelitian ini menerapkan sistem pemupukan otomatis pada tanaman kangkung hidroponik dengan metode Nutrient Film Technique (NFT), yaitu teknik budidaya yang mengalirkan larutan nutrisi secara kontinu di sekitar akar tanaman untuk mendukung penyerapan nutrisi secara optimal. Untuk meningkatkan ketepatan pemupukan, sistem menggunakan metode Threshold yang menentukan kebutuhan nutrisi berdasarkan data sensor pH dan TDS secara real-time. Metode ini bekerja dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap nilai ambang yang telah ditetapkan sehingga keputusan penambahan nutrisi dapat dilakukan secara objektif dan terukur. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kendali yang mengolah data sensor dan mengirimkannya ke aplikasi Blynk untuk pemantauan serta pengendalian otomatis. Dengan pendekatan ini, diharapkan tercipta sistem pemupukan hidroponik yang lebih

efisien, akurat, dan mudah diakses oleh pengguna.

## **II. LANDASAN TEORI**

### **2.1 Rancang Bangun**

Secara umum rancang bangun ini adalah suatu proses pembuatan suatu sistem atau produk yang nantinya akan dilakukan secara sistematis, dimulai dari identifikasi kebutuhan hingga realisasi fisik. Proses ini mencakup tahapan – tahapan seperti, analisis, perancangan, implementasi hingga pengujian untuk mencapai tujuan.

### **2.2 Hidroponik**

Hidroponik adalah metode budidaya tanaman dengan media tanam air bukan tanah, air ini nantinya diisi dengan larutan nutrisi esensial yang dibutuhkan tanaman. Metode ini memungkinkan tanaman tumbuh dalam berbagai media seperti kerikil, rockwool atau pasir yang berfungsi sebagai penyangga akar, sementara nutrisi disediakan melalui larutan yang dialirkan langsung ke sistem pakaran.

### **2.3 Metode Threshold**

Metode Threshold atau ambang batas merupakan metode pengambilan keputusan yang menggunakan nilai minimum dan maksimum sebagai acuan dalam menentukan tindakan sistem. Jika nilai parameter yang dibaca sensor berada di luar rentang yang telah ditetapkan, sistem akan secara otomatis memberikan respons untuk mengembalikan kondisi ke nilai normal, sehingga pengendalian dapat dilakukan secara sederhana, objektif, dan efektif.

## 2.4 Sensor pH

Sensor pH adalah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang ditanyakan dalam skala pH (0-14). Sensor pH dalam sistem hidroponik berfungsi untuk memantau kondisi larutan nutrisi agar tetap berada dalam rentang optimal yang akan mendukung pertumbuhan tanaman.

## 2.5 Sensor TDS

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah total zat padat terlarut dalam larutan, terutama garam anorganik seperti kalsium, magnesium, dan natrium. Dalam konteks hidroponik, TDS mencerminkan tingkat konsentrasi nutrisi dalam larutan, yang sangat penting untuk pertumbuhan optimal tanaman.

## 2.6 Internet of Things

Internet of Things adalah konsep di mana berbagai perangkat listrik saling terhubung melalui jaringan internet dan dapat saling bertukar data tanpa interaksi manusia secara langsung. Dalam konteks pertanian modern, termasuk sistem hidroponik, IoT digunakan untuk menghubungkan sensor, aktuator, dan mikrokontroler agar dapat memantau serta mengendalikan proses budidaya tanaman secara otomatis dan real time.

## 2.7 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler generasi terbaru yang dibuat oleh Espressif Systems. Mikrokontroler ini mendukung konektivitas WiFi dan Bluetooth, dilengkapi prosesor dual-

core, serta memiliki banyak GPIO dibandingkan ESP8266. Dengan spesifikasi tersebut, ESP32 sangat cocok digunakan untuk sistem IoT yang memerlukan kontrol sensor dan aktuator secara real time.

## III. ANALISIS SISTEM

### 3.1 Analisis Umum

Sistem pemupukan hidroponik skala rumah tangga umumnya masih dilakukan secara manual melalui pemantauan dan penyesuaian pH serta nutrisi larutan secara berkala, sehingga kurang efisien dan berisiko menimbulkan kesalahan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang sistem pemupukan otomatis berbasis IoT yang menggunakan sensor pH dan TDS, mikrokontroler ESP32, serta metode Threshold untuk menentukan tindakan pengaturan nutrisi dan pH secara otomatis. Data hasil pemantauan ditampilkan pada LCD dan dikirim ke aplikasi Blynk, sehingga kondisi tanaman dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time dari jarak jauh.

### 3.2 Analisis Pemupukan

Dalam sistem pemupukan otomatis hidroponik ini, pembacaan nilai pH dan TDS (Total Dissolved Solids) menjadi dasar untuk menentukan langkah koreksi nutrisi. Jika nilai pH terlalu rendah (larutan terlalu asam), maka sistem secara otomatis akan menyalakan pompa pH-up untuk menambahkan larutan basa ke dalam tandon nutrisi. Sebaliknya, jika nilai pH terlalu tinggi (larutan

terlalu basa), maka sistem akan menyalakan pompa pH-down untuk menambahkan larutan asam.

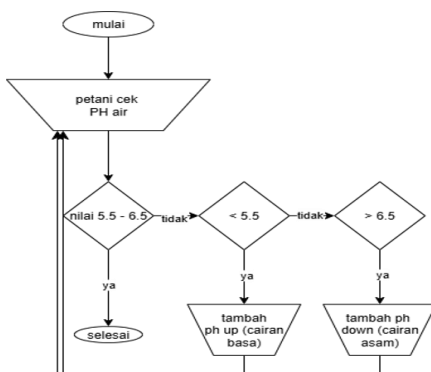
### 3.3 Analisis Masalah Penggunaan

Sistem ini dirancang agar mudah digunakan oleh petani hidroponik, baik skala kecil maupun menengah. Proses kerja sistem adalah sebagai berikut:

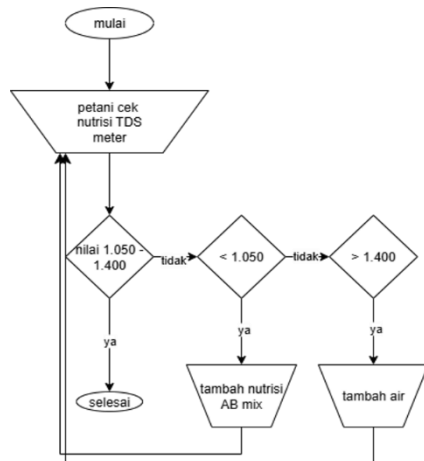
- Sensor pH dan TDS akan membaca nilai larutan secara terus – menerus
- Data pH dan TDS dikirim ke mikrokontroler ESP32
- Mikrokontroler memproses data menggunakan metode THRESHOLD untuk menentukan apakah larutan perlu ditambah nutrisi, pH-up atau pH-down
- Jika nilai tidak sesuai:
  - Pompa nutrisi atau pH akan aktif otomatis
  - Data ditampilkan pada LCD 16x2
  - Data dikirim ke aplikasi Blynk untuk memantau dan siapa untuk siklus berikutnya
- Setelah penyesuaian, sistem kembali memantau dan siap untuk siklus berikutnya.

## 3.4 Flowchart Manual

### 3.4.1 Flowchart PH Manual



### 3.4.2 Flowchart TDS Manual



### 3.5 Analisis Metode Threshold

Metode Threshold digunakan untuk mengendalikan sistem berdasarkan hasil pembacaan sensor pH dan TDS dengan membandingkan nilai yang terukur terhadap batas bawah dan batas atas yang telah ditentukan. Jika nilai berada di bawah batas minimum, sistem akan mengaktifkan pompa untuk menambahkan larutan peningkat, sedangkan jika nilai melebihi batas maksimum, sistem akan menyalakan pompa penurun agar kondisi larutan kembali ke rentang optimal yang dibutuhkan tanaman kangkung pada sistem hidroponik NFT. Batasan yang digunakan pada tanaman kangkung di penelitian ini:

- pH optimal: 5,8 – 6,8
- TDS optimal: 1.050 – 1.400 ppm

Dengan demikian, aturan threshold ditentukan sebagai berikut :

- Jika pH < 5.5 maka pompa pH up aktif
- Jika pH > 6.5 maka pompa pH down aktif

3. Jika TDS < 1050 ppm maka pompa Nutrisi A dan B aktif
4. Jika TDS > 1400 ppm maka pompa air aktif
5. Jika nilai pH dan TDS berada dalam batas normal, maka pompa tidak diaktifkan.

Contoh perhitungan Threshold : Hasil pembacaan sensor :

1. pH = 5.3
2. TDS = 980 ppm

Analisis :

1. pH 5.3 < 5.5 maka masuk kategori terlalu asam, maka pompa pH up aktif
2. TDS 980 ppm < 1050 maka nutrisi kurang dan pompa nutrisi A dan B aktif

Keputusan sistem :

Sistem akan menyalakan pompa pH up dan pompa Nutrisi A dan B sesuai durasi yang ditentukan, hingga nilai pH dan TDS kembali ke rentang optimal.

#### IV. PERANCANGAN SISTEM

##### 4.1 Perancangan Kebutuhan

Perancangan sistem pemupukan otomatis ini akan dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang digunakan dalam proses monitoring dan pengendalian nutrisi serta pH larutan hidroponik secara otomatis. Kebutuhan sistem dirancang agar dapat bekerja secara mandiri dalam mendeteksi kondisi larutan air dan nutrisi serta mengambil tindakan korektif berdasarkan nilai yang diperoleh dari sensor.

###### 4.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Adapun perangkat keras yang digunakan untuk membangun perangkat ini diantaranya :

- a. ESP32
- b. Sensor pH
- c. Sensor TDS
- d. Pompa Nutrisi
- e. Pompa pH-Up
- f. Pompa pH-Down
- g. Modul Relay
- h. LCD 16 x 2
- i. Kabel Jumper
- j. Power Supply

###### 4.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang digunakan untuk membangun perangkat ini diantaranya :

- a. Arduino IDE
- b. Blynk IoT
- c. Fritzing
- d. Draw.io

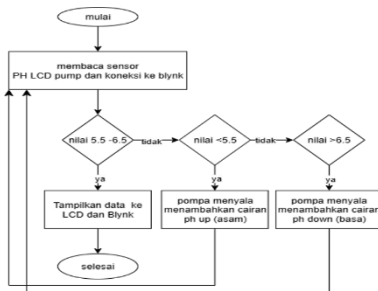
###### 4.1.3 Kelayakan Teknologi

Kelayakan teknologi yang ada dalam sistem ini akan dilihat dari bagaimana kemampuan alat dan komponen yang digunakan untuk mendukung otomatisasi pemupukan tanaman hidroponik secara efektif dan efisien.

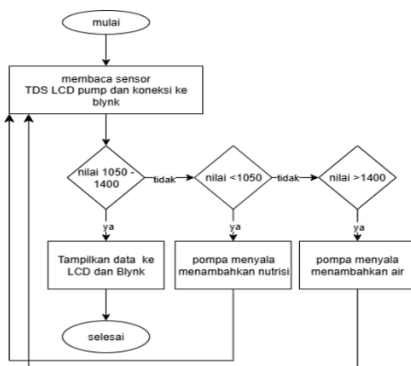
Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 karena memiliki fitur Wi-Fi bawaan yang mendukung koneksi internet dan integrasi dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Sensor pH dan TDS dipilih karena memiliki tingkat akurasi yang memadai untuk skala rumah tangga, sedangkan pompa mini dan modul relay berfungsi sebagai aktuator untuk mengendalikan aliran larutan secara otomatis. Secara teknis, seluruh komponen yang digunakan dinilai layak dan mampu mendukung sistem monitoring serta pengendalian larutan hidroponik secara otomatis.

## 4.2 Flowchart Implementasi Sistem Pemupukan Otomatis

### 4.2.1 Flowchart Otomatis Sensor PH



### 4.2.2 Flowchart Otomatis Sensor TDS



### 4.3 Prinsip Kerja Alat

Adapun konsep dasar kerja sistem ini adalah sebagai berikut. Gambar di bawah ini menunjukkan prinsip kerja alat secara umum :



#### a. Input Data

Input ini berupa hasil pembacaan sensor pH dan sensor TDS yang mendeteksi tingkat keasaman dan konsentrasi nutrisi dalam larutan.

#### b. Proses Pengolahan Data

Data dari sensor diterima oleh NodeMCU ESP32, kemudian diolah menggunakan logika program yang memuat metode threshold untuk menentukan tindakan yang diperlukan.

#### c. Output

Output ini berupa hasil dari olahan data yang ditampilkan pada LCD untuk monitoring lokal, dan dikirim ke aplikasi Blynk melalui jaringan Wfi agar dapat dipantau secara real-time melalui smarthphone. Selain itu, NodeMCU juga mngaktifkan pompa nutrisi, pH-up atau pH-down sesuai kebutuhan untuk menjaga pH dan nutrisi tetap ideal.

## V. IMPLEMENTASI SISTEM

### 5.1 Implementasi

Implementasi sistem merupakan bagian tahap akhir dari proses perancangan, dimana sistem yang telah dibuat dan diuji sebelumnya mulai diterapkan agar siap dioperasikan. Tahapan ini bertujuan untuk merealisasikan seluruh rancangan menjadi sebuah sistem yang berfungsi secara nyata sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Adapun langkah – langkah yang harus dilalui sebelum tahap implementasi adalah sebagai berikut :

#### A. Perangkat keras yang digunakan

##### 1. Laptop

Laptop digunakan sebagai media untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke NodeMCU melalui Arduino IDE.

##### 2. NodeMCU ESP32

Berfungsi sebagai pusat kendali utama yang menghubungkan sensor, pompa, LCD, dan aplikasi Blynk agar seluruh komponen dapat beroperasi secara otomatis.

##### 3. Sensor pH

Digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman larutan nutrisi hidroponik

##### 4. Sensor TDS

- Digunakan untuk mendeteksi tingkat konsentrasi nutrisi (ppm) dalam larutan hidroponik.
5. USB Cable  
Digunakan untuk menghubungkan NodeMCU ke laptop guna pengunggahan program serta suplai daya saat uji coba
  6. Adapter / Power Supply  
Digunakan untuk memberikan suplai daya ke rangkaian NodeMCU dan pompa agar sistem dapat berfungsi secara stabil.
  7. LCD  
Digunakan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor pH dan TDS secara langsung
  8. Pompa Nutrisi  
Befungsi sebagai penghubung antar komponen pada rangkaian sistem.
  9. Modul Relay  
Befungsi sebagai saklar elektronik untuk mengontrol aktif tidaknya pompa sesuai perintah mikrokontroler.
  10. Kabel Jumper  
Digunakan sebagai penghubung antar komponen pada rangkaian sistem.
  11. Perangkat Lunak Arduino IDE  
Digunakan untuk membuat, mengedit, dan mengunggah program ke NodeMCU ESP32
- B. Perangkat lunak yang digunakan
1. Arduino IDE  
Digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke NodeMCU ESP32 agar mengontrol sensor, pompa, LCD, dan koneksi ke Blynk secara otomatis.
  2. Sistem Operasi Windows 10  
Digunakan sebagai sistem operasi utama pada laptop untuk menjalankan

Arduino IDE, Fritzing, Draw.io, serta aplikasi pendukung lainnya.

3. Microsoft Office 2021  
Digunakan sebagai alat bantu pengolahan kata dalam penulisan, penyusunan, dan penyuntingan laporan tugas akhir.
4. Fritzing  
Digunakan sebagai alat bantu untuk membuat simulasi rangkaian dan skematik sistem, sehingga mempermudah dokumentasi dan perakitan fisik alat
5. Draw.io  
Digunakan untuk membuat flowchart logika kerja sistem secara visual.
6. Aplikasi Blynk  
Digunakan sebagai antarmuka monitoring jarak jauh melalui smartphone, untuk menampilkan data sensor dan status pompa secara real time.

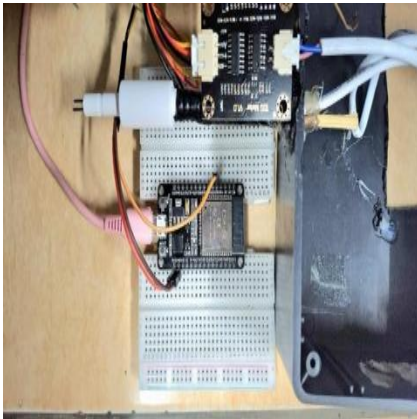
## 5.2 Instalasi Perangkat

Instalasi perangkat adalah proses perancangan setiap bagian komponen – komponen hardware agar sistem dapat berjalan dan digunakan.

### 5.2.1 Rangkaian ESP32 dan Sensor pH



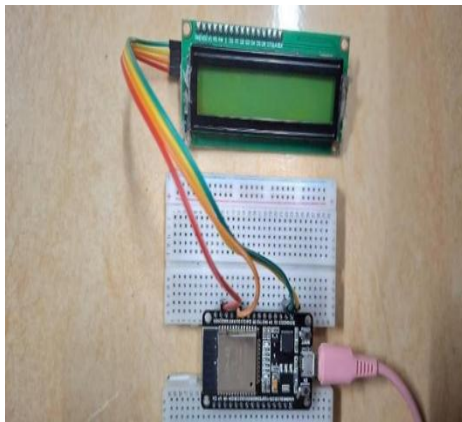
### 5.2.2 Rangkaian ESP32 dan Sensor TDS



### 5.3 Rangkaian Seluruh Alat

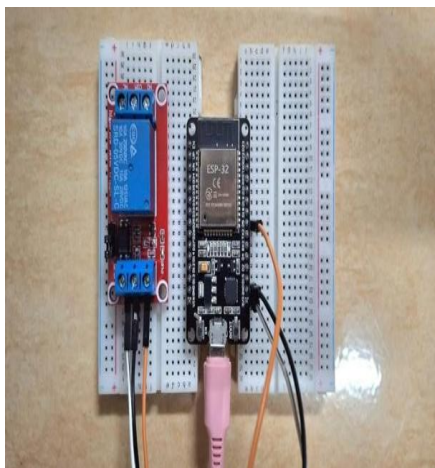


### 5.2.3 Rangkaian ESP32 dan LCD



Rangkaian sistem menghubungkan NodeMCU ESP32 dengan sensor pH dan TDS sebagai input, modul relay sebagai pengendali aktuator (pompa pH-up, pH-down, nutrisi, dan air) serta LCD 16 x 2 untuk tampilam lokal. Jalur komunikasi LCD menggunakan I2C (SDA, SCL). Daya disuplai dari adaptor ke ESP32, sensor, LCD, dan relay sesuai kebutuhan tegangan.

### 5.2.4 Rangkaian ESP32 ke Relay



### VI KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pembahasan pada tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Pemupukan Otomatis pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Threshold dengan Sensor pH dan Total Dissolved Solids (TDS) Berbasis Mikrokontroller”. Dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Sistem pemupukan otomatis ini berhasil dirancang dan diimplementasikan menggunakan NodeMCU ESP32 yang terhubung dengan sensor pH dan TDS, modul relay, pompa pH-up, pH-down,

- serta pompa nutrisi A+B mix dan air.
2. Data pembacaan sensor diproses menggunakan metode Threshold sehingga keputusan penambahan larutan nutrisi, cairan pH-up, pH-down dapat dilakukan secara otomatis dan akurat sesuai kondisi larutan.
  3. Hasil implementasi membuktikan bahwa sistem mampu memantau pH dan konsentrasi nutrisi (TDS) secara real-time, mengurangi intervensi manual petani, serta dapat diakses dan dikontrol melalui aplikasi Blynk IoT menggunakan smartphone.
  4. Dengan adanya sistem otomatis ini, waktu perawatan tanaman hidroponik menjadi lebih efektif dan dapat menghemat biaya operasional hingga 30-50% sebagaimana didukung oleh literatur (Frank, 2023; Austria et al., 2023).
- DAFTAR PUSTAKA**
- Alam, & Nasuha. (2020). Penggunaan Larutan pH-Up dan pH-Down untuk Pengendalian pH pada Sistem Hidroponik. *ELINVO*.
- Alfian, & dkk. (2023). Pemanfaatan Sensor TDS untuk Monitoring Nutrisi Hidroponik Berbasis Mikrokontroler. *Aisyiyah Journal of Informatics Electrical Engineering*.
- Austria, & dkk. (2023). Penghematan Air dan Nutrisi dalam Sistem Hidroponik Otomatis. *Jurnal Teknologi Agro*.
- Banjardana. (2024). Monitoring pH dan nutrisi air menggunakan aplikasi Blynk dalam sistem hidroponik.
- Frank. (2023). Efisiensi Biaya Perawatan Hidroponik Berbasis IoT. *Jurnal Pertanian Digital*.
- Hidayat, & Amrullah. (2022). Peran Adaptor sebagai Power Supply dalam Mikrokontroler.
- Jogiyanto, H. M. (2011). Analisis dan Desain Sistem Informasi. Andi Offset.
- Mujadin, & dkk. (2019). Pemantauan dan Pengendalian pH Otomatis pada Tandon Nutrisi Sistem Hidroponik. Mulyadi, & Widodo. (2021). Pemanfaatan LCD 16x2 dalam Sistem Embedded untuk Monitoring Sensor. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komputer*.
- Muriyatmoko, D. (2022). Optimasi Parameter pH dan TDS pada Budidaya Selada Hidroponik dengan Sistem Monitoring Otomatis.
- Nailu, P., Komaruddin, M., & Forda, G. (2023). Perancangan Sistem Smart Hydroponic Berbasis IoT.
- Oktavira, R., & dkk. (2022). Penerapan NFT dalam Sistem Hidroponik Modern. *Jurnal Serambi Biologi*.
- Prasetyo, A., & dkk. (2022). Fritzing Sebagai Alat Bantu Visualisasi Sistem Elektronik. *Jurnal Informatika Dan Komputer*.

- Pratama, A. E., Hurairah, M., & Eliza. (2024). Implementasi Otomasi Sistem Hidroponik Berbasis Mikrokontroler dengan Konektivitas Nirkabel.
- Purnamasari, & dkk. (2022). Visualisasi Sistem Menggunakan Flowchart dalam Pengembangan Aplikasi.
- Purwantoro, B. D., Hadiani, R., & Solichin. (2019). Analisis Kekeringan Hidrologi Berdasarkan Metode Ambang Batas (Threshold Level Method) di Daerah Aliran Sungai Keduang Kabupaten Wonogiri. *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, Maret 2019, 42–50.
- Putri, S., & Nugroho. (2023). Sistem pengendalian pH air dan pemantauan lingkungan tanaman hidroponik. *Jurnal Agrikultur Teknologi*.
- Saputra, & dkk. (2020). Mikrokontroler ESP32 untuk Sistem IoT Otomatisasi.
- Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi).
- Sari, Y. P. (2021). Pengembangan Sistem Informasi dan Informatika: Konsep Rancang Bangun.
- Sartika, & Yuliana. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lokasi Usaha Menggunakan THRESHOLD.
- Sutopo, & Wahyudi. (2020). Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Otomatisasi Pertanian Skala Rumah Tangga. *JREST (Jurnal Rekayasa Sistem Dan Teknologi)*.
- Utami, L., & Jusram, D. (2023). Pengembangan Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatisasi Hidroponik Berbasis IoT.
- Wahyuni. (2022). Formulasi Nutrisi A dan B Mix untuk Optimasi Pertumbuhan Tanaman Hidroponik. *Jurnal Hidroponik Pertanian Modern*.
- Whardana, & dkk. (2023). Pemanfaatan Pompa Air Mini untuk Pengaturan pH dalam Sistem Hidroponik Otomatis.
- Wibowo. (2021). Budidaya Tanaman Hidroponik dan Media Alternatif.