

Rancang Bangun Sistem Pengontrol dan Monitoring pH Air Hidroponik Menggunakan Aplikasi *Blynk*

Devita Gude
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
devigude15@gmail.com

Wahab Musa*
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
wmusa@ung.ac.id*

Syahrir Abdussamad
Jurusan Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
syahrirabdussamad@ung.ac.id

Diterima : Juni 2023
Disetujui : Januari 2024
Dipublikasi : Januari 2024

Abstrak-Dalam praktik budidaya hidroponik, pengaturan keseimbangan pH air menjadi aspek penting dalam memastikan pertumbuhan dan produktivitas tanaman mencapai level terbaik. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sebuah sistem yang dapat mengontrol dan memantau pH air dalam tanaman hidroponik, menggunakan metode penelitian *Research and Development (R&D)* dengan menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32. Dalam tahap perancangan, peneliti menggunakan sensor pH air 4502C untuk mengukur tingkat pH air dalam sistem hidroponik. Mikrokontroler ESP32 bertugas sebagai penghubung antara sensor dan aplikasi *Blynk* yang dijalankan pada perangkat seluler. Hasil dari eksperimen ini menunjukkan bahwa sistem *monitoring* dan pengontrolan pH air pada hidroponik menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32 dan sensor pH air 4502C berhasil secara akurat dan responsif memantau dan mengontrol tingkat pH air. Dengan demikian, Sistem ini efisien dalam menjaga keseimbangan pH air dalam hidroponik guna mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

Kata Kunci— Hidroponik; pH Air; Sensor; *Blynk*.

Abstract- In hydroponic cultivation practices, regulating the pH balance of water is an important aspect in ensuring plant growth and productivity reaches the best level. Therefore, the aim of this research is to design and build a system that can control and monitor the pH of water in hydroponic plants, using *Research and Development (R&D)* research methods using the ESP32-based *Blynk* application. In the design stage, researchers used a 4502C water pH sensor to measure the pH level of water in a hydroponic system. The ESP32 microcontroller serves as a link between the sensor and the *Blynk* application running on the mobile device. The results of this experiment show that the water pH monitoring and control system in hydroponics using the ESP32-based *Blynk* application and the 4502C water pH sensor succeeded in accurately and responsively monitoring and controlling water pH levels. Thus, this system is efficient in maintaining the pH balance of water in hydroponics to support optimal plant growth..

Keywords: Hydroponics; Air pH; Sensors; *Blynk*.

I. PENDAHULUAN

Pengembangan teknologi, kombinasi sistem hidroponik dengan membran mampu mendayagunakan air, nutrisi, pestisida secara nyata lebih efisien (*minimalis system*) dibandingkan dengan

kultur tanah (terutama untuk tanaman berumur pendek) [1]. Hidroponik berkembang pesat karena metode ini memiliki banyak keunggulan. Keunggulan utamanya adalah tanaman dapat tumbuh dan berproduksi lebih baik dibandingkan dengan teknik penanaman tradisional [2]. Pada tanaman hidroponik yang bersifat netral memungkinkan tanaman dapat tumbuh dengan baik dan dapat bertahan hidup dalam jangka waktu yang maksimal. Unsur hara yang terdapat pada larutan nutrisi hidroponik memiliki skala pH antara 5.5 – 7.0 dapat diserap dengan baik oleh akar tanaman sehingga tanaman cukup mendapatkan makanan yang dibutuhkan [3].

Laju pertumbuhan tanaman hidroponik bisa mencapai 50% lebih tinggi dibandingkan tanaman yang ditanam di lahan dengan kondisi yang sama [4]. Air yang kaya nutrisi harus terus mengalir melalui akar tanaman untuk mendukung pertumbuhan yang optimal. Biasanya dilaksanakan di dalam rumah kaca (*greenhouse*) untuk menjaga supaya pertumbuhan tanaman secara optimal dan benar-benar terlindung dari pengaruh unsur luar seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain-lain [5]. Perubahan pH, suhu, jumlah air, dan perubahan intensitas cahaya sangat mempengaruhi kualitas tanaman khususnya sayur [6]. Pengontrolan pH air yang dilakukan secara manual oleh manusia tidak efektif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem kontrol dan monitoring yang mampu secara otomatis mengatur tingkat pH dalam air hidroponik.

Karena pH mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman, maka perlu dilakukan pengendalian pH larutan berair untuk mencegah kerusakan pada tanaman [7]. PH yang tidak memadai dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena tanaman tidak dapat menyerap unsur hara yang dibutuhkannya [8]. Dalam beberapa aplikasi, pH yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan atau kematian pada organisme hidup yang sensitif terhadap perubahan pH.

Saat ini budidaya hidroponik disebut juga *soilless farming* atau pertanian tanpa tanah. Ada enam jenis sistem hidroponik: teknologi film nutrisi (NFT).[9]. Salah satu kunci sukses menanam sistem hidroponik NFT adalah pemberian nutrisi dan pengaturan pH yang tepat sesuai kebutuhan tanaman.[10].

Dalam konteks tersebut, pengembangan sistem

pengontrolan pH otomatis menjadi solusi yang diinginkan. Sistem tersebut akan menggunakan sensor pH yang terhubung dengan unit pengontrol ESP32, yang secara otomatis akan mengukur pH dan mengontrol aliran bahan kimia pengatur pH untuk menjaga pH dalam rentang yang diinginkan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem pengontrolan otomatis lebih baik dibandingkan dengan penampungan hidroponik tanpa pengontrolan otomatis.[11].

II. METODE

Metode pada penelitian ini sebagai berikut:

1) Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan melalui pencarian informasi dari berbagai sumber. Pendekatan ini melibatkan membaca dan mempelajari artikel serta jurnal yang relevan dengan topik penelitian. Dalam rangka mendapatkan pemahaman yang mendalam, sumber-sumber tersebut dipelajari secara komprehensif.

2) Eksperimen

Penelitian ini menggunakan eksperimen secara langsung pada pembuatan alat serta dilakukan pengujian. Penelitian melakukan eksperimen pada beberapa alat dan komponen seperti Node MCU ESP21, Sensor pH meter air 4502C, Modul Relay 2 Channel, Pompa Air Mini, yang kemudian komponen ini dirancang dan dilakukan pengujian apakah dapat bekerja dengan baik. Dalam penelitian ini, pembahasan akan mencakup beberapa aspek penting, termasuk alat dan bahan yang digunakan, blok diagram sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, serta pengujian dari rancangan sistem kontrol dan monitoring. Setiap aspek ini akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

A. Alat dan Bahan

Perangkat lunak dan perangkat keras diperlihatkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Perangkat Lunak

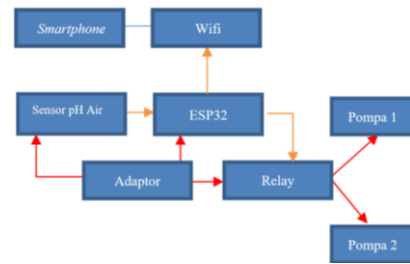
No	Nama Bahan
1	Aplikasi <i>Blynk</i> Iot
2	<i>Software</i> Arduino IDE

Tabel 2. Perangkat Keras

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Laptop	1
2	<i>Smartphone</i>	2
3	NodeMCU ESP32	1
4	Modul Relay 2 Channel	1
5	Sensor pH Meter Air 4502C	1
6	Pompa Air Mini	2
7	Kabel <i>Female</i> dan <i>Male</i>	Secukupnya

B. Blok Diagram

Blok diagram pengontrolan dan monitoring dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram sistem

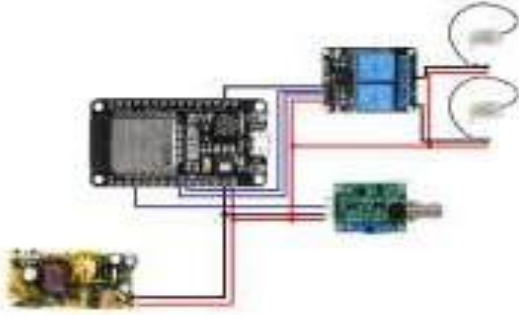
Fungsi setiap blok diagram Gambar 1:

- Smartphone* digunakan sebagai pemantauan jarak jauh dengan menggunakan aplikasi *Blynk* [12].
- Wifi* sebagai media yang menghubungkan *smartphone* dengan ESP32 [13], [14]. Penggunaan aplikasi *Blynk* pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program *Blynk* dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada *smartphone*, penyusunan tampilan aplikasi bisa disesuaikan sendiri sesuai dengan selera, dan aplikasi *Blynk* ini gratis.[15].
- Node Mcu* ESP32 [13] sebagai pengendali sensor pH meter air dan pengolah data seluruh kinerja alat. ESP32 menggunakan mikroprosesor Tensilca Xtensa LX6 dual-core atau single-core dengan clock rate hingga 240 MHz. ESP32 sudah terintegrasi dengan built-in antenna switches, RF balun, power amplifier, low-noise receive amplifier, filters, and power management modules.[16].
- Sensor pH air, prinsip kerja pH meter adalah didasarkan pada pengukuran pH secara potensiometrik. Sistem pengukuran dalam pH meter berisi elektroda kerja dan elektroda referensi. Perbedaan potensial antara 2 elektroda tersebut sebagai fungsi dari pH dalam larutan yang diukur.[17].
- Relay adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan suatu rangkaian elektronika yang satu dengan rangkaian elektronika lainnya.[18].
- Mini water pump*, pompa air ini akan dikendalikan oleh relay yang dikontrol oleh ESP32. Jika pH terlalu rendah, pompa akan diaktifkan untuk mengalirkan cairan pH up ke dalam sistem hidroponik, begitupun sebaliknya.
- Adaptor 5V, digunakan untuk menyediakan daya listrik yang stabil dan sesuai ke berbagai komponen. Adaptor untuk mengonversi tegangan listrik AC (arus bolak-balik) menjadi tegangan DC (arus searah) yang sesuai dengan kebutuhan komponen seperti ESP32, relay, dan komponen lainnya.

A. Perancangan Alat

Dalam proses perancangan perangkat keras sistem pengontrol dan *monitoring* pH air pada tanaman hidroponik menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32 ini, pada rangkaian sistem menggunakan adaptor 5V sebagai sumber tegangan dan Node MCU ESP32 bekerja sebagai pengendali utama akan memproses data masukan dari sensor PH-4502C yang nanti akan menjadi pengambil keputusan untuk mengendalikan relay yang terhubung dengan pompa pengontrol pH air. Untuk memantau kondisi pH air pada *smartphone* dibutuhkan aplikasi *Blynk* serta jaringan WiFi. Sistem dirancang untuk mempertahankan nilai pH pada

angka 6 dengan menggunakan Arduino Uno [14], [19]–[22], sebagai mikrokontroler, kit pH meter sebagai input, dan dua buah pompa motor DC sebagai aktuator. Skema *wiring* perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema wiring perancangan alat

B. Perancangan Perangkat Lunak

Pada proses perancangan sistem pengontrol dan monitoring pH air pada tanaman hidroponik menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32, akan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE untuk membuat sketch pemrograman yang nantinya akan di unggah pada NodeMCU ESP32. Untuk bisa terhubung dengan seluruh rangkaian sistem harus menghidupkan seluruh komponen pada rangkaian sehingga mikrokontroler ESP32, sensor PH4502C, relay dan pompa air mini bisa berfungsi. Setelah seluruh rangkaian hidup, hubungkan mikrokontroler ESP32 pada Wifi atau koneksi internet. Selanjutnya periksa apakah mikrokontroler ESP32 telah terhubung dengan aplikasi *Blynk* pada smartphone. Apabila seluruh rangkaian sistem telah terhubung maka sensor PH-4502C akan membaca nilai pH air pada wadah hidroponik. selanjutnya nilai pH diproses pada mikrokontroler ESP32 yang kemudian akan ditampilkan pada smartphone melalui server Blynk. Jika nilai pH air pada wadah hidroponik kurang dari rentang nilai pH normal maka ESP32 akan mengirimkan perintah pada modul relay untuk menghidupkan pompa penaik pH air dan jika nilai pH air melebihi rentang nilai pH normal maka ESP32 akan mengirimkan perintah pada relay untuk menghidupkan pompa penurun pH air. Pompa akan otomatis berhenti apabila nilai pH air pada wadah hidroponik telah mencapai rentang nilai pH normal. Sistem pengontrol pompa otomatis pH air akan terus berfungsi meskipun tidak lagi terhubung pada jaringan WiFi atau koneksi internet.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Seluruh komponen perangkat keras yang dirangkai dalam sistem pengontrol dan monitoring pH air pada tanaman hidroponik menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32 terdiri dari mikrokontroler ESP32, sensor PH-4502C, modul relay 2 channel, pompa air mini serta adaptor 5V. Hasil perancangan perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skema wiring perancangan alat

Modul relay akan menerima sinyal dari mikrokontroler ESP32 untuk menghidupkan pompa cairan penaik atau penurun pH air otomatis apabila nilai pH tidak berada dalam rentang nilai pH normal dan pompa akan berhenti memompa cairan jika nilai pH air sudah berada dalam rentang nilai pH normal. Fungsi kontrol pompa otomatis dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Fungsi Kontrol Pompa Otomatis

B. Hasil Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan perangkat lunak, perangkat lunak yang digunakan pada sistem pengontrol dan monitoring pH air pada tanaman hidroponik menggunakan aplikasi *Blynk* berbasis ESP32 meliputi aplikasi Arduino IDE pada laptop serta *Blynk* IoT pada smartphone Android. Pada Gambar 6. merupakan hasil pada aplikasi *Blynk* IoT.



Gambar 6. Hasil Perancangan Pada *Blynk* IoT

C. Pengujian ESP32

Untuk mengetahui apakah ESP32 bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian komunikasi data antara ESP32 dengan Software yang sudah terinstal pada komputer yang dapat melakukan komunikasi serial secara dua arah baik mengirim maupun menerima informasi. Pengujian ini menggunakan Software Arduino IDE versi 2.0.4. Berikut adalah program untuk pengujian ESP32

```
void setup() {
```

```

Serial.begin(9600); // Memulai komunikasi serial
dengan kecepatan 9600 baud
delay(1000); // Memberikan waktu untuk memastikan
ESP32 siap
}
void loop() {
Serial.println("ESP32 berfungsi dengan
baik!");
delay(1000);
}

```

Gambar Software Arduino IDE yang berisi kode program untuk menguji ESP32 apakah berfungsi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Pengujian ESP32

D. Pengujian Sensor pH Air

Untuk menguji rangkaian sensor pH air dapat bekerja sebagai mana mestinya, maka dilakukanlah serangkaian pengujian. Tujuan pengujian ini untuk menguji keakuratan dari sensor pH menggunakan pH *buffering* dengan nilai 4.01, 6.85, dan 9.18 serta hasil pengujian menggunakan bubuk larutan pH air akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk* lot. Berikut merupakan hasil pengujian pengujian menggunakan bubuk larutan pH air.



Gambar 8. Pengujian Menggunakan Larutan pH 4



Gambar 9. Pengujian Menggunakan Larutan pH 6.86



Gambar 10. Pengujian Menggunakan Larutan pH 9.18

Untuk mengubah data analog menjadi data digital, dibutuhkan rumus konversi ADC, rumus konversi ADC dengan resolusi 12bit dapat ditulis dengan persamaan:

$$ADC = \frac{V_{in} \times 4096}{V_{ref}}$$

Keterangan :

- V_{in} = Nilai pembacaan pada masukan
- ADC = Nilai ADC
- V_{ref} = Tegangan referensi
- 4096 = Resolusi 12bit ADC

Lain halnya jika mengubah data ADC menjadi satuan tegangan, maka rumus yang gunakan dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$Tegangan = ADC \frac{V_{ref}}{4096}$$

Keterangan

- Tegangan = Nilai tegangan yang akan dibaca (0-3,3)
- ADC = Nilai ADC
- V_{ref} = tegangan referensi
- 4096 – 1 = Resolusi 12 Bit ADC

Pada program dituliskan sebagai berikut

```

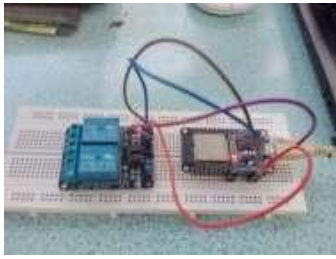
float Rumus_pH()
{
float tegangan = analogRead(phPin) / (4096.0 -
1) * 3.3; float nilai_pH = 7.00 +
((tegangan_pH7 - tegangan) /
((tegangan_pH4 - tegangan_pH7) / 3));
}

```

Hasil pengujian sensor pH menggunakan larutan *buffering* didapatkan hasil yang sama. Hanya saja pada setiap detik pembacaan pH air sering kali berubah dikarenakan sistem ini membaca sensor secara terus menerus, maka didapatkan hasil yang terus menerus berubah tetapi hasil pembacaan sensor tidak pernah berbeda jauh.

A. Pengujian Relay

Relay menggunakan tegangan dari adaptor dan dikendalikan oleh ESP32. Fungsi relay disini sebagai pemutus dan penghubungan tegangan pada pompa air. Relay yang digunakan pada rangkain sistem ini menggunakan jenis relay 2 *channel active low*. Berikut ini merupakan pengujian relay menggunakan ESP32 yang akan ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengujian Relay

B. Pengujian Pompa Air Mini

Pada pengujian ini, pompa air akan berada dalam keadaan ON jika diberi tegangan. Dalam hal ini pompa akan dikoneksikan dengan relay yang akan memutus atau menyambungkan pompa dengan sumber tegangan. Pengujian dilakukan menggunakan *software* Arduino IDE dan akan menampilkan fungsi pompa bekerja pada *serial monitor*.

C. Pengujian Blynk

Pada pengujian aplikasi *Blynk* ini setelah terinstal aplikasinya kemudian perintah pada aplikasi meminta untuk memasukkan email aktif. Perintah memasukkan email aktif tersebut untuk mengirim nomor token yang kemudian nomor tersebut akan diisi pada program Arduino IDE, sehingga pada saat program diupload dari Arduino IDE ke ESP32 komunikasi antara ESP32 dan *Blynk* akan berjalan sesuai dengan yang diperintahkan.

Setelah memasukan kode token *Blynk* pada Arduino IDE berikut adalah tampilan serial monitor pada Software Arduino IDE untuk mengecek apakah ESP32 sudah terkoneksi ke server.

D. Hasil Pengujian Sistem

Dalam pengujian keseluruhan sistem digunakan pH Meter sebagai pembanding keakuratan pembacaan sensor pH agar pembacaan nilai pH pada wadah hidroponik sesuai dengan kondisi pH air semestinya. Dari hasil pengujian sensor pH dan pH meter diperoleh perbandingan nilai selisih error serta persentase error seperti pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Tabel Hasil Pengukuran

Sensor pH	pH Meter	Pompa Up	Pompa Down	Substansi pH	Selisih
4	4,01	On	Off	Asam	-0,1
5,07	5,12	On	Off	Asam	-0,05
6,59	6,97	Off	Off	Normal	-0,38
6,59	7,00	Off	Off	Normal	-0,41
7,19	7,06	Off	On	Basa	0,13

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata selisih error} &= (-0.1 + (-0.05) + (-0.38) + (-0.41) + 0.13) / 5 \\ &= -0.81 / 5 \\ &= -0.162 \end{aligned}$$

$$\text{Galat Presentase Error (\%)} = (\text{Nilai Sensor pH} - \text{Nilai pH Meter} / \text{Nilai pH meter}) \times 100\%$$

Tabel 4. Galat Presentase Error

Pengukuran	Sensor pH	pH Meter	Galat Presentase Error (%)
1	4	4.01	-0.25%
2	5.07	5.12	-0.98%
3	6.59	6.97	-5.85%
4	6.59	7.00	-5.85%
5	7.19	7.06	1.85%

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata presentase error} &= -0.25 + (-0.98) + (-5.45) + (-5.85) + 1.85 \\ &= -11.68 / 5 \\ &= -2.33\% \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 4 di atas dapat diamati bahwa pembacaan sensor dan pH meter menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Hal ini menunjukkan konsistensi antara kedua perangkat dalam mengukur pH air dan pada penggunaan sensor dapat memberikan hasil yang dapat diandalkan dalam memantau dan mengontrol pH air.

IV. KESIMPULAN

Sistem ini memungkinkan pengontrolan pH air secara otomatis. Melalui pembacaan sensor pH 4502c, ESP32 dapat memantau dan menganalisis nilai pH larutan nutrisi. Jika nilai pH tidak sesuai dengan target yang ditetapkan, ESP32 dapat mengambil tindakan pengontrolan dengan mengaktifkan relay untuk menghidupkan pompa pH. Dengan menggunakan sistem ini, pH air dalam hidroponik dapat dijaga dalam rentang yang diinginkan. Hal ini memastikan bahwa tanaman mendapatkan nutrisi dengan keseimbangan yang tepat, yang berdampak positif pada pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Melalui aplikasi *Blynk* dan penggunaan mikrokontroler ESP32, pengguna dapat memantau nilai pH secara *real-time* dan mengendalikan pengontrol pH dari jarak jauh. Ini memberikan kemudahan dalam mengawasi dan mengontrol lingkungan hidroponik, bahkan jika pengguna tidak berada di lokasi penanaman hidroponik. Dengan adanya pengontrolan pH yang otomatis, waktu dan upaya yang diperlukan untuk memantau dan mengontrol pH secara manual dapat dikurangi. Ini dapat meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sistem hidroponik dan meningkatkan produktivitas tanaman.

REFERENSI

- [1] Mas'ud H, "Sistem Hidroponik dengan Nutrisi dan Media Tanam Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada," *Media Litbang Sulteng*, vol. 2, no. 2, pp. 131–136, 2009, [Online]. Available:," *Media Litbang Sulteng*, vol. 2, no. 2, pp. 131–136, 2009, [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id>
- [2] and C. Y. S. Sutarni, L. Irawati, B. Unteawati, "Proses Pengambilan Keputusan Pembelian Sayuran Hidroponik Di Kota Bandar Lampung," *J. Food Syst. Agribus*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.25181/jofsa.v2i1.1107.
- [3] R. Nalwade and T. Mote, "Hydroponics farming," *International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI)*, pp. 645–650., 2017.
- [4] and L. B. A. Sariwati, M. Shofi, "Pelatihan pemanfaatan limbah botol plastik sebagai media pertumbuhan tanaman hidroponik," *J. Community Engag. Employ*, vol. 1, no. 1, pp. 6–13, 2018.
- [5] I. S. Roidah, "Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik", pp. 43-49, Jun. 2015.," *J. BONOROWO*, vol. 1, no. 2, pp. 43–49, doi: <https://doi.org/10.36563/bonorowo.v1i2.14>.
- [6] K. M. S. Mohammad Ridwan, "Penerapan IoT Dalam

- Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik,” *J. Tek. Pertan. Lampung*, vol. 10, no. 4, pp. 481–487, 2021, doi: 10.23960/jtep-l.v10i4.481-487.
- [7] Rahib Lentera Alam; Aris Nasuha, “Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic berbasis IoT,” *Elinvo*, vol. 5, no. 1, 2020, doi: 10.21831/elinvo.v5i1.34587.
- [8] and S. R. B. Yasri, Suprijanto, N. N. Husna, “Pengendalian Kadar Ph Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*) Berbasis Iot pada Hidroponik DBS Semi Otomatis dengan Platform Telegram,” *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 4, no. 6, pp. 1349–1358, 2022.
- [9] D. R. Wati and W. Sholihah, “Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino,” vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.
- [10] and S. S. F. Karoba, R. Nurjasm, “Pengaruh Perbedaan pH terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea*) Sistem Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique),” *J. Ilm. Respati Pertan*, vol. 7, no. 2, pp. 529–534, 2015.
- [11] M. Fakhruzzaini and H. Aprilianto, “Sistem Otomatisasi Pengontrolan Volume Dan PH Air Pada Hidroponik,” *Jutisi J. Ilm. Tek. Inform. dan Sist. Inf*, vol. 6, no. 1, pp. 1335–1344, 2017, [Online]. Available: available:%09http://ojs.stmik-
- [12] Y. R. Putung, D. Noya, V. Aror, J. Sundah, and M. Patabo, “Rancang Bangun Pemantauan Cairan Infus Dengan Arduino Nano Berbasis Android,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 01–06, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.15352.
- [13] W. Bagye, I. Purwata, M. Ashari, and S. Saikin, “Perancangan Alat Penangkap Gambar Pelaku Kejahatan Berbasis Node MCU ESP32 CAM,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 36–40, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16871.
- [14] A. W. A. Antu, S. Abdussamad, and I. Z. Nasibu, “Rancang Bangun Running Text pada Dot Matrix 16X160 Berbasis Arduino Uno Dengan Update Data System Menggunakan Perangkat Android Via Bluetooth,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 8–13, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i1.4321.
- [15] and D. S. W. A. Prayitno, A. Muttaqin, “Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Pengendali Penyiraman Tanaman Hidroponik menggunakan Blynk Android,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput*, vol. 1, no. 4, pp. 292–297, 2017.
- [16] A. Sanaris and I. Suharjo, “Prototype Alat Kendali Otomatis Penjemur Pakaian Menggunakan NodeMCU ESP32 Dan Telegram Bot Berbasis Internet of Things (IOT),” *J. Prodi Sist. Inf*, vol. 1, no. 1, pp. 17–24, 2020.
- [17] Ahmad Nur Fuad; Muhamad Syariffuddien Zuhrie, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Ph Nutrisi Pada Hidroponik Sitem Nutrient Film Technique (Nft) Menggunakan Pengendali Pid Berbasis Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 349–357, 2019, doi: <https://doi.org/10.26740/jte.v8n2.p%25p>.
- [18] Imam Muiz, “Smart Aquarium Berbasis IOT Menggunakan Raspberry Pi 3,” vol. 2, no. 2, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1742.
- [19] S. K. Sawidin, T. M. Kereh, Y. S. Rompon, and D. S. Pongoh, “Sistem Kontrol Peralatan Listrik Dengan Aplikasi Android Voice Controller,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 213–217, 2022, doi: 10.37905/jjee.v4i2.14725.
- [20] M. R. Satriawan, G. Priyandoko, and S. Setiawidayat, “Monitoring pH Dan Suhu Air Pada Budidaya Ikan Mas Koki Berbasis IoT,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 12–17, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16083.
- [21] Y. H. Kanoi, S. Abdussamad, and S. W. Dali, “Perancangan Jam Digital Waktu Sholat Menggunakan Arduino Uno,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 32–39, 2019, doi: 10.37905/jjee.v1i2.2880.
- [22] N. K. Nento, B. P. Asmara, and I. Z. Nasibu, “Rancang Bangun Alat Peringatan Dini Dan Informasi Lokasi Kebakaran Berbasis Arduino Uno,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–18, 2021, doi: 10.37905/jjee.v3i1.8339.