

PERKEMBANGAN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGENDALIAN HIDROPONIK BERBASIS IoT UNTUK PERTANIAN PERKOTAAN DENGAN LAHAN TERBATAS

Syahrial Danu Wardhana^{1*}, Wahyu Pramusinto²

^{1,2}Teknik Informatika, Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ¹*dhanuardhan10@gmail.com, ²wahyu.Pramusinto@budiluhur.ac.id
(* : corresponding author)

Abstrak-Hidroponik menggunakan air dan larutan nutrisi sebagai media tanam untuk pertanian perkotaan yang memiliki lahan terbatas. Namun, mengendalikan kondisi lingkungan seperti pH air, suhu, kelembapan, dan nutrisi menjadi tantangan. Solusi yang menarik adalah pengembangan sistem berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan fitur Wi-Fi. Sistem ini memungkinkan pengendalian dan pemantauan hidroponik melalui *smartphone* Android. Pemantauan dan pengendalian hidroponik berbasis IoT penting agar petani atau pengguna hidroponik dapat memantau kondisi tanaman secara real-time. Aplikasi *smartphone* Android telah dikembangkan untuk memudahkan pemantauan dan pengendalian, sementara metode seperti *Deep Flow Technique* (DFT) dan *Nutrient Film Technique* (NFT) memastikan pertumbuhan optimal dengan nutrisi yang mengalir otomatis. Metode ini memungkinkan berkebun tanpa lahan tradisional dan sesuai dengan kesibukan individu. Pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian hidroponik berbasis IoT di Kelurahan Serua Ciputat dapat bercocok tanam hidroponik dalam kesibukan sehari-hari. Pada kesimpulan penelitian ini adalah pengembangan sistem pemantauan dan pengendalian hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan fitur *Wi-Fi* memberikan solusi yang menarik untuk mengatasi tantangan dalam hidroponik, terutama di pertanian perkotaan dengan lahan terbatas. Sistem ini memiliki potensi besar dalam memfasilitasi pertanian perkotaan di lahan terbatas, memberikan kemampuan pemantauan dan pengendalian yang *real-time*, serta mendorong efisiensi dalam penggunaan sumber daya dan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Secara keseluruhan, penggunaan teknologi IoT dalam hidroponik memberikan solusi inovatif untuk pertanian perkotaan dengan lahan terbatas dan membuka peluang baru bagi individu untuk berkebun tanpa keterbatasan tradisional.

Kata Kunci: *Internet of Things, Hidroponik, Smartphone, Wi-fi, Android*

DEVELOPMENT OF IOT-BASED MONITORING AND CONTROL SYSTEM FOR URBAN HYDROPONICS WITH LIMITED LAND

Abstract- *Hydroponics utilizes water and nutrient solutions as a growing medium for urban agriculture with limited land. However, controlling environmental conditions such as water pH, temperature, humidity, and nutrients presents a challenge. An intriguing solution is the development of an Internet of Things (IoT)-based system using the ESP32 microcontroller and Wi-Fi features. This system enables the control and monitoring of hydroponics through an Android smartphone. IoT-based monitoring and control of hydroponics are crucial for farmers or hydroponic users to monitor plant conditions in real-time. An Android smartphone application has been developed to facilitate monitoring and control, while methods like Deep Flow Technique (DFT) and Nutrient Film Technique (NFT) ensure optimal growth with automated nutrient flow. These methods allow gardening without traditional land and accommodate individual schedules. The development of an IoT-based hydroponic monitoring and control system in Serua Ciputat Village enables hydroponic cultivation within daily routines. In conclusion, this research underscores that the development of an IoT-based hydroponic monitoring and control system using the ESP32 microcontroller and Wi-Fi features offers an intriguing solution to address hydroponic challenges, especially in urban agriculture with limited space. This system holds significant potential to facilitate urban agriculture in constrained spaces, providing real-time monitoring and control capabilities, and promoting resource and nutrient efficiency for plant growth. Overall, the integration of IoT technology in hydroponics presents an innovative solution for urban agriculture with restricted land, opening new opportunities for individuals to engage in gardening without traditional limitations.*

Keywords: *Internet of Things, Hydroponic, Smartphone, Wi-fi, Android*

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan metode pertanian yang menggunakan air sebagai media tanam dan mengandalkan larutan nutrisi untuk memberikan kebutuhan nutrisi tanaman. Teknik ini semakin populer di kawasan perkotaan karena cocok untuk area terbatas dan sempit. Hidroponik sendiri merupakan bahasa yang berasal

dari Yunani *Hydroponic*. Terbagi menjadi dua suku kata, *Hydro* yang artinya air dan *ponos* artinya bekerja [1].

Hidroponik merupakan budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman [2]. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem pengendalian dan pemantauan kondisi hidroponik yang memungkinkan pemiliknya untuk mengontrolnya melalui aplikasi tanpa harus berada di lokasi hidroponik tersebut. Dengan penerapan konsep *Internet of Things (IoT)* dan platform Android, inovasi pertanian modern ini dikenal sebagai “*Smart Farming*” [3].

Hidroponik yang dapat menjadi solusinya mengatasi keterbatasan lahan, keterbatasan sumber air dan peningkatan ketahanan pangan [4]. *Internet of Things (IoT)*, adalah salah satu teknologi yang sedang berkembang saat ini. Dalam teknologi *IoT*, semua aktifitas yang dilakukan oleh manusia, dapat dikendalikan melalui jaringan internet [5].

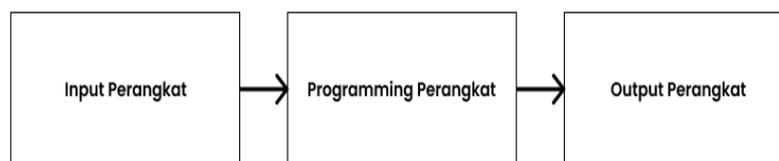
Internet of Things (IoT) diartikan sebagai jaringan yang dinamis dengan kemampuannya dalam mengkonfigurasi sendiri berdasarkan komunikasi standar [6]. ESP32 merupakan modul *wifi* yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler agar dapat terhubung langsung ke *wifi* dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ini membutuhkan daya sekitar 3.3V. Pada Modul ESP32 dilengkapi dengan prosesor, memori dan GPIO. Sehingga modul ini dapat digunakan tanpa mikrokontroler apapun karena sudah memiliki perlengkapan layaknya mikrokontroler [7].

Pada pengujian ESP32 terkait pengiriman data dari alat sensor ke ESP32 yang selanjutnya dikirimkan ke database, dilakukan serangkaian langkah. Pertama, data yang dihasilkan oleh alat sensor, seperti kadar nutrisi misalnya 800 ppm, akan dikirimkan dari ESP32 ke database Firebase. Dari database Firebase, data nutrisi akan diteruskan kembali ke ESP32. Selanjutnya, ESP32 akan mengelola data tersebut untuk mengendalikan relay yang berperan dalam mengontrol pompa. Dengan demikian, aliran data dan kendali dari alat sensor hingga ke pompa dapat terjaga dengan baik [8]. Sensor yang digunakan yaitu DHT22 sebagai sensor suhu dan kelembaban udara. Di bagian media tanam hidroponik terdapat sensor pH dan TDS menggunakan modul pH meter dan DFROBOT PH METER dan DFROBOT TDS METER [9]. Sensor pH merupakan sensor yang berfungsi untuk mengukur nilai pH (keasamaan/kebasaan) suatu cairan. Sensor ini digunakan untuk pH pada media tanam hidroponik. Nilai pH berada diantara angka 1-14. Nilai 7 menunjukkan keadaan pH netral. Nilai yang berada dibawah 7 menunjukkan keadaan pH asam, sedangkan nilai yang berada diatas angka 7 menunjukkan keadaan pH basa [10]. Menurut [1] Di beberapa daerah di Indonesia, hidroponik digunakan sebagai budidaya untuk menanam tanpa menggunakan lahan dan memanfaatkan air dengan mengedepankan kebutuhan nutrisi tanaman. Dalam penerapannya metode hidroponik akan lebih efisien jika dilakukan pada daerah dengan ruang hijau yang terbatas. Kelebihan pada penelitian ini dari penelitian sebelumnya adalah diperlukan pengembangan aplikasi yang memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memantau dan mengendalikan sistem hidroponik melalui *smartphone* Android.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Penerapan Metode

Pada Gambar 1 dapat dilihat pengendalian logika terprogram penelitian ini menerapkan metode Pengendalian Logika Terprogram (*Programmable Logic Control*), yang mengintegrasikan komponen perangkat keras dan perangkat lunak dengan menjalankan instruksi yang telah diprogram. Metode ini melibatkan tiga tahap utama, yaitu input, proses, dan output. Tahap input berfungsi untuk memberikan perintah yang kemudian diproses menggunakan logika program untuk menghasilkan output.



Gambar 1. Pengendalian Logika Terprogram

2.2 Rancangan Pengujian

Pada tabel 1 rancangan pengujian dimulai dengan mengimplementasikan sebuah sistem yang menghubungkan ESP32 dengan berbagai sensor seperti pH, TDS meter, dan DHT, sehingga memungkinkan koneksi langsung dengan perangkat Android. Pada aplikasi Android, akan ditampilkan hasil pemantauan dari

sensor-sensor tersebut, termasuk DHT22 untuk suhu dan kelembaban ruangan hidroponik, sensor pH untuk mengukur kadar pH, dan TDS meter untuk mengukur kadar nutrisi.

Tabel 1. Rancangan Pengujian Otomatis

No	Kondisi	Field
1	≥ 500 ppm	Pompa nutrisi akan mati
2	≤ 500 ppm	Pompa nutrisi akan menyala

2.3 Rancangan Basis Data

Pada gambar 2 rancangan basis data yang diterapkan dalam pengembangan sistem monitoring dan kontrol hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 dan *smartphone* Android dengan metode *Programmable Logic Control* (PLC), digunakan sebuah database *RealTime*.

```

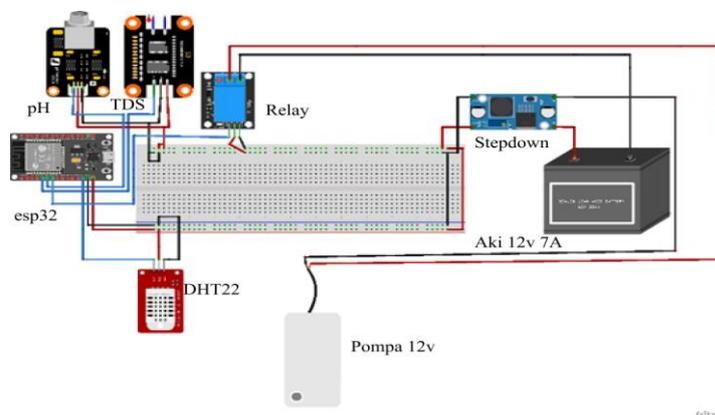
{
  "DHT": {
    "humidity": 69.3,
    "kelembapan": 47,
    "temperature": 24.8
  },
  "ESP32": true,
  "PH": {
    "air": 5.73269,
    "maksimum_ph": 25,
    "minimum_ph": 0
  },
  "TDS": {
    "batas_nutrisi": 150,
    "ppm": 3395.97705
  },
  "devices": {
    "esp32_device_id": {
      "connected": true
    }
  },
  "pump_nutrisiA": false,
  "status": {
    "pump_nutrisiA": false
  }
}

```

Gambar 2. Rancangan Basis Data

2.4 Rancangan Alat

Pada perancangan prototipe seperti yang terlihat pada gambar 3, beberapa komponen diperlukan untuk mendukung Sistem Kendali Hidroponik ini. Komponen-komponen yang digunakan dalam penelitian ini mencakup 1 Modul ESP32, breadboard, kabel jumper, 1 modul relay 1 channel, stepdown, 1 aki 12V, 1 pompa air DC, 1 pH meter, 1 humidity sensor DHT22, dan 1 sensor analog gravity TDS meter.

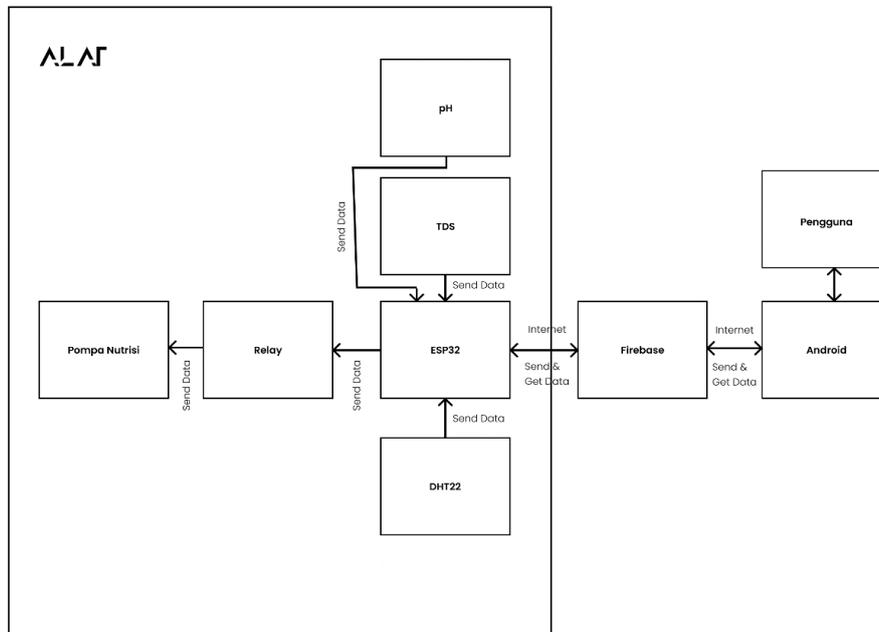


Gambar 3. Rancangan Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Deployment Diagram

Berikut ini pada gambar 4. adalah gambaran dari kerja sistem yang dibuat dalam bentuk *Deployment Diagram*

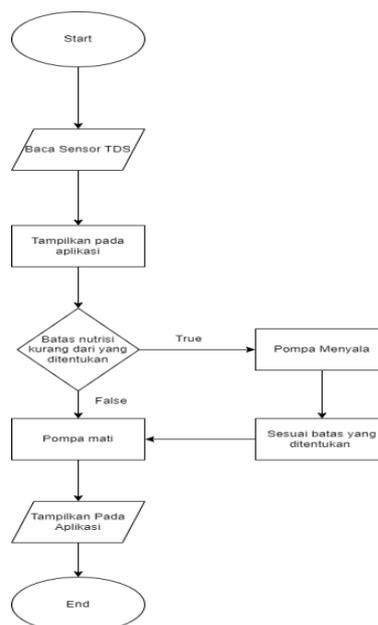


Gambar 4. *Deployment Diagram*

3.2 Flowchart

3.2.1 Flowchart Tahapan Kerja Pompa Nutrisi

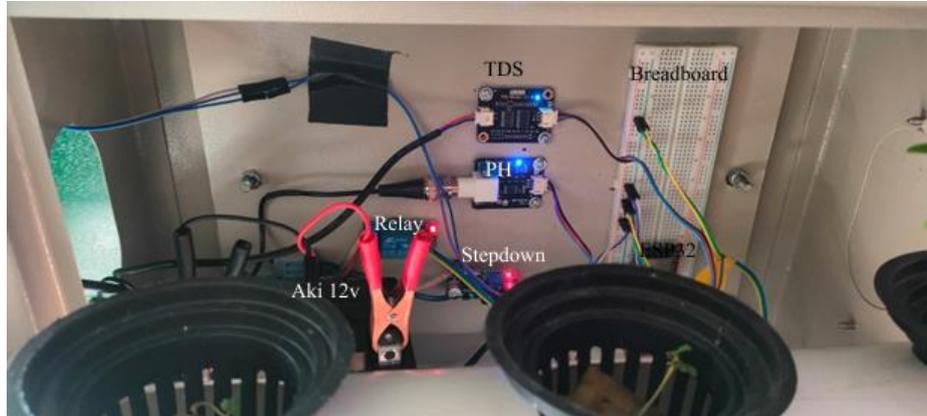
Berikut ini pada gambar 5. flowchart ini menjelaskan alur sistem kerja Pompa Nutrisi. Berikut gambar 5. merupakan flowchart dari sistem kerja Pompa Nutrisi.



Gambar 5. *Flowchart* tahapan kerja sistem pompa nutrisi

3.3 Pengujian Alat

Pada bagian gambar 6 ini, akan dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam menjalankan sistem pengendalian dan pemantauan hidroponik berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32 dan *smartphone* Android selama percobaan. Berikut adalah serangkaian tahap yang dilakukan dalam percobaan tersebut:



Gambar 6. Pengujian Alat

3.4 Hasil Pengujian Alat

Pada tahap ini seperti yang kita lihat di tabel 2, dilakukan beberapa pengujian terhadap alat yang telah tersedia. Pengujian tersebut meliputi memberikan perintah pada alat dan mengamati pergerakan sistem otomatis untuk pemantauan. Hasil dari pengujian tersebut kemudian dicatat dalam tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Pompa Nutrisi

No	Pengujian	Waktu	Kadar Nutrisi Awal (PPM)	Kadar Nutrisi Akhir (PPM)	Keterangan	Kondisi Alat
1	1	Mulai-mula	120 ppm	200 ppm	Kadar nutrisi air biasa atau air tanah itu 120-200 ppm dan sekarang diatur ke 800 ppm	Pompa nutrisi menyala
2	2	5 menit	220 ppm	350 ppm	Saat kadar nutrisi sudah diatur ke 800 ppm pompa nutrisi akan menyala sampai batas sudah diatur	Pompa nutrisi menyala
3	3	10 menit	350 ppm	450 ppm	Saat kadar nutrisi sudah diatur ke 800 ppm pompa nutrisi akan menyala sampai batas yang sudah diatur	Pompa nutrisi menyala
4	4	15 menit	478ppm	678 ppm	Saat kadar nutrisi sudah diatur ke 800 ppm pompa nutrisi akan menyala sampai batas yang sudah diatur	Pompa nutrisi menyala
5	5	20 menit	678 ppm	826ppm	Saat kadar nutrisi sudah diatur ke 800 ppm pompa nutrisi akan sampai mati sesuai yang ditentukan	Pompa nutrisi mati



Gambar 7. Hasil Pengujian Alat Pada Tanaman

Pada gambar 7 hasil pengujian alat pada tanaman yang di tengah itu ditanam di luar sistem kendali dan monitoring memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan tanaman lainnya. Tanaman lainnya yang ditanam di dalam sistem kendali dan monitoring terlihat lebih sehat, daunnya hijau, dan pertumbuhannya merata. Ini merupakan perbedaan yang mencolok jika dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di tengah. Konsentrasi nutrisi AB Mix memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah daun tanaman kangkung. Kemudian pada pemberian konsentrasi nutrisi AB Mix yang terbaik adalah pada pemberian konsentrasi nutrisi AB Mix 900 ppm.

3.5 Tampilan Aplikasi

3.5.1 Tampilan Halaman Utama

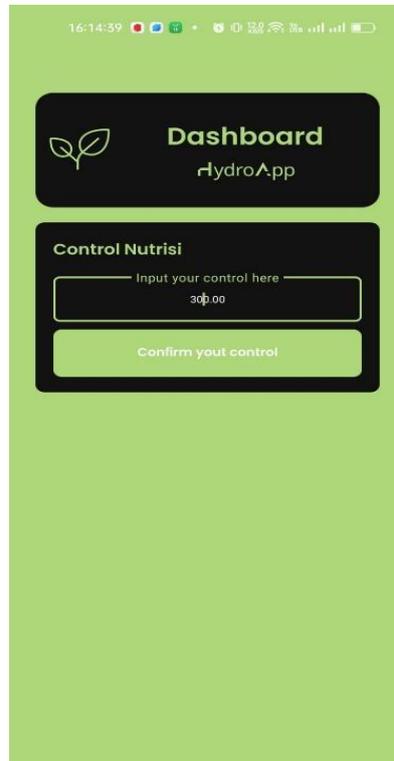
Pada gambar 8 ini, akan diperlihatkan halaman utama di dalam aplikasi. Halaman utama ini memiliki fitur monitoring yang menampilkan bacaan nilai-nilai sensor yang ada pada perangkat, serta terdapat tiga ikon, yaitu ikon *download*, ikon notifikasi, dan ikon batas nutrisi.



Gambar 8. Tampilan Utama

3.5.2 Tampilan Halaman Kontrol Nutrisi

Pada Gambar 9. tampilan untuk mengatur batas nutrisi yang dibutuhkan. Pengguna dibebaskan mengatur batas nutrisi yang dibutuhkan sesuai prosedur.



Gambar 9. Tampilan Kontrol Nutrisi

4. KESIMPULAN

Setelah melalui proses perancangan, pembuatan, dan pengujian *prototype*, sistem pengendalian dan pemantauan hidroponik berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32 dan *smartphone* Android telah berhasil. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rangkaian sistem alat yang dirancang mampu mengendalikan pompa nutrisi melalui aplikasi dengan efektif. Selain itu, hasil pengujian langsung terhadap sampel tanaman juga membuktikan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik.

Meskipun demikian, dari hasil pengujian secara keseluruhan, terdapat kendala terkait keterlambatan dalam pengiriman data sensor ke dalam aplikasi, serta perintah dari aplikasi untuk menghidupkan pompa nutrisi. Hal ini menjadi area yang perlu diperbaiki dan dioptimalkan agar sistem dapat beroperasi lebih lancar dan responsif. Oleh karena itu, penulis menyertakan kode *flip flop* untuk mengatur aliran air nutrisi agar tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Setiap interval 5 detik, pompa akan diaktifkan selama 5 detik dan kemudian dimatikan, siklus ini akan berulang hingga kadar nutrisi mencapai angka yang telah ditetapkan. Pendekatan ini dirancang untuk mengatasi masalah keterlambatan pengiriman data ke database.

Secara keseluruhan, sistem pengendalian dan pemantauan hidroponik berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32 dan *smartphone* Android ini menunjukkan potensi yang besar untuk mendukung pertanian modern dan efisien. Dengan beberapa penyesuaian dan peningkatan, sistem ini dapat menjadi solusi yang inovatif dan efektif dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi pertanian berbasis hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Doni and M. Rahman, "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266," *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)*, vol. IV, pp. 516-522, 2020.
- [2] F. B. Assa, A. M. Rumagit and M. E. I. Najoan, "Internet of Things-Based Hydroponic System Monitoring Design Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things," *Internet of Things-Based Hydroponic System Monitoring Design Perancangan Monitoring Sistem Hidroponik Berbasis Internet of Things*, vol. XVII, no. 1, pp. 129-138, 2022.
- [3] I. Z. T. Dewi, M. F. Ulinuha, W. A. Mustofa, A. Kurniawan and F. A. Rakhmadi, "Smart Farming: Sistem Tanaman Hidroponik Terintegrasi IoT MQTT Panel Berbasis Android," *JKPTB*, vol. IX, pp. 71-77, 2021.
- [4] F. Rozie, I. Syarif, M. U. H. Al Rasyid and E. Satriyanto, "SISTEM AKUAPONIK UNTUK PETERNAKAN LELE DAN TANAMAN KANGKUNG HIDROPONIK BERBASIS IOT DAN SISTEM INFERENSI FUZZY," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. VIII, pp. 157-166, 2021.
- [5] A. A. Endryanto and N. E. Khomariah, "KONTROL DAN MONITORING TANAMAN HIDROPONIK SISTEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE BERBASIS IOT," *KONVERGENSI*, vol. XVIII, pp. 25-32, 2022.
- [6] B. Fandidarma, R. D. Laksono and K. W. B. Pamungkas, "Rancang Bangun Mobil Remote Control Pemantau Area berbasis IoT menggunakan ESP 32 Cam," *Jurnal ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, vol. II, p. 2745, 2021.
- [7] T. M. Kawinda, A. A. Muayyadi and A. Mulyana, "Penerapan Teknologi Internet Of Things Pada Hidroponik Cabai Rawit Dengan Sistem Dutch Bucket Menggunakan ESP32 Dan Blynk," *e-Proceeding of Engineering*, vol. VIII, pp. 3377-3385, 2022.
- [8] T. Hariono and D. . Y. Cahyono, "MONITORING KONDISI TANAMAN HIDROPONIK DALAM BENTUK," *Exact Papers in Compilation*, vol. III, pp. 453- 458, 2021.
- [9] R. L. Alam and A. Nasuha, "Sistem Pengendali pH Air dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik menggunakan Fuzzy Logic Controller berbasis IoT," *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. V, pp. 11-20, 2020.
- [10] M. Ridwan and K. M. Sari, "Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. X, pp. 481-487, 2021.