

RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM KONTROL DAN MONITORING AQUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Mohamad Rizal Palevi¹, Bagus Setya Rintyarna², Sofia Ariyani³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata, No. 49, Jember, Jawa Timur
E-mail: rizalpalevi992@gmail.com

Naskah Masuk: 14 Agustus 2024; Diterima: 15 Agustus 2024; Terbit: 14 Agustus 2024

ABSTRAK

Abstrak - Dalam beberapa tahun belakangan ini, manusia telah disadarkan akan pentingnya menjaga kesehatan, terutama dalam hal pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tubuh. Salah satu jenis pangan yang merupakan sumber vitamin dan mudah dikonsumsi oleh masyarakat adalah ikan dan sayur-sayuran, yang merupakan sumber pangan yang banyak mengandung vitamin, mineral dan zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh. Dengan pesatnya peningkatan populasi manusia di dunia seiring dengan penyempitan lahan pertanian yang dibutuhkan untuk budidaya ikan dan tanaman. *Aquaponik* hadir sebagai solusi, karena tidak membutuhkan ukuran lahan yang luas namun masih dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada keluarga. Pada zaman yang serba canggih sekarang ini telah banyak pekerjaan-pekerjaan manusia yang sudah tergantikan dengan teknologi-teknologi modern seperti halnya *Internet of Things (IoT)*. *Internet of Things (IoT)* adalah suatu konsep yang mana objek memiliki kemampuan untuk mengirim data melalui jaringan internet, tidak memerlukan interaksi antar manusia atau manusia dengan komputer. Hanya dengan penggunaan suatu mikrokontroler Arduino Uno yang didukung ESP-01 dapat terhubung ke internet seperti dengan tambahan sensor-sensor untuk mendeteksi adanya perubahan air, dibutuhkan parameter nilai PH air, suhu air, dan kekeruhan air. Tujuan akhir dari alat ini yaitu memperoleh keluaran berupa perubahan pH air rata-rata error 16,4% yang didapatkan pada pengujian sensor pH, pengujian sensor DS18B20 menghasilkan rata-rata error 5,05%, dan sensor *turbidity* mengukur kualitas air dalam pengujian klasifikasi air 601-1000 NTU dikategorikan air keruh dan diperlukan untuk penggantian air agar ekosistem aquaponik tetap terjaga dengan baik

Kata kunci: *Aquaponik, Internet of Things, Smart Farming, Aquaponik ikan nila dan selada*

ABSTRACT

Abstract - In recent years, people have become more aware of the importance of maintaining health, particularly in terms of fulfilling the body's nutritional needs. One type of food that is a source of vitamins and easily consumed by the public is fish and vegetables, which are rich in vitamins, minerals, and essential nutrients needed by the body. With the rapid increase in the world's population and the concurrent reduction in agricultural land needed for fish and plant cultivation, aquaponics emerges as a solution. It requires less land yet can still meet a family's nutritional needs. In this modern era, many human tasks have been replaced by advanced technologies such as the Internet of Things (IoT). The Internet of Things (IoT) is a concept where objects have the ability to send data through the internet without the need for interaction between humans or between humans and computers. By simply using an Arduino Uno microcontroller supported by ESP-01, it can connect to the internet along with additional sensors to detect changes in water parameters. These parameters include pH value, water temperature, and turbidity. The ultimate goal of this tool is to obtain output in the form of changes in water pH, with an average error of 16.4% found in pH sensor testing. The DS18B20 sensor testing resulted in an average error of 5.05%, and the turbidity sensor measures water quality with a classification test showing that water with 601-1000 NTU is categorized as turbid, indicating the need for water replacement to maintain a well-functioning aquaponic ecosystem

Keywords: *Aquaponik, Internet of Things, Smart Farming, Aquaponik tilapia and lettuce*

1. PENDAHULUAN

Sayuran merupakan sumber vitamin dan mineral. Konsumsi sayuran masyarakat Indonesia juga mengalami peningkatan. Pertumbuhan ini berkaitan erat dengan peningkatan kesadaran masyarakat untuk hidup sehat serta peningkatan permintaan sayuran yang berkualitas (Suryani, dkk., 2015). Dalam berkebun hidroponik, tanaman ditanam dengan menggunakan air atau media tanam lainnya (seperti pasir, kerikil, *rockwool*) sebagai pengganti tanah. Kemampuan membudidayakan tanaman secara hidroponik mempunyai beberapa manfaat antara lain waktu tanam yang lebih singkat, hasil yang lebih sehat dan bersih (Suryani, 2015). Manfaat lainnya yaitu pengendalian hama, gulma, dan penyakit pada tanaman lebih mudah, budidaya tanaman berkelanjutan untuk produksi berkelanjutan, dan harga jual produk hidroponik yang lebih tinggi (Lingga 2011). Sistem hidroponik dapat dilakukan di area pekarangan kecil. Pekarangan rumah yang sempit dapat dimanfaatkan sebagai kolam ikan atau sebagai alternatif bercocok tanam, sehingga dapat membantu keluarga memenuhi kebutuhan gizi atau menghasilkan pendapatan tambahan. Potensi lahan sempit dan terbatasnya sumber air untuk budidaya ikan semakin berkurang mengarah pada pengembangan teknologi perikanan ke arah pemanfaatan ruang dan air yang lebih efisien.

Prinsip utama dari teknologi aquaponik ini adalah untuk menghemat penggunaan lahan dan air serta meningkatkan efisiensi usaha melalui pemanfaatan nutrisi dari sisa pakan dan metabolisme ikan sebagai nutrisi untuk tanaman air serta merupakan salah satu upaya sistem budidaya yang dinilai ramah lingkungan (Zidni, 2019). Sistem aquaponik dapat menghemat penggunaan air pada kegiatan budidaya ikan sampai 97% serta dapat mempertahankan kualitas air media budidaya, hal ini dikarenakan adanya interaksi antara ikan serta tanaman yang dapat menciptakan lingkungan yang lebih produktif dibanding metode konvensional (Prasasti, 2023). Aquaponik merupakan sistem yang saling menguntungkan bagi tanaman dan ikan (Handayani, 2018). Nutrisi tanaman dapat diperoleh dari feses dan sisa makanan ikan yang mengendap di dasar kolam, sehingga dihasilkan air dengan kualitas yang memenuhi standar untuk budidaya ikan, terutama ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu jenis ikan yang populer dan paling banyak dibudidayakan di kalangan masyarakat.

Penelitian tentang aquaponik untuk budidaya tanaman sudah banyak dilakukan, diantaranya oleh Zulheman dan Ausha (2016), Gumelar, dkk (2017), Assaffah dan Primaditya (2020), Rini, dkk (2018), dan Wibowo (2020). (Wibowo, 2020) yang penelitian tentang pengaruh aplikasi model hidroponik DFT terhadap tanaman pakcoy, selada, dan kangkung. Namun penelitian tersebut berbeda dengan penelitian yang akan dilakukan, yaitu tentang aplikasi sistem monitoring IoT berbasis ESP 32 pada aquaponik untuk budidaya tanaman selada dengan menggunakan model hidroponik DFT (*Deep Flow Technique*) yang diairi dengan air aquarium.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk penerapan sistem monitoring IOT pada aquaponik dan budidaya tanaman selada (pH air, Kekeruhan air, ppm, suhu) dengan desain aquaponik menggunakan model hidroponik DFT. Hasilnya diharapkan bermanfaat buat masyarakat, baik sebagai hobi maupun dalam pengembangan dan peningkatan usaha agrobisnis budidaya tanaman selada dengan sistem aquaponik.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Aquaponik

Aquaponik merupakan salah satu cara budidaya tanaman dengan hidroponik bersamaan dengan budidaya ikan, sistem terintegrasi antara akuakultur dengan hidroponik dimana limbah budidaya ikan berupa sisa metabolisme dan sisa pakan dijadikan sebagai pupuk untuk tanaman. Konsep budidaya dengan sistem aquaponik adalah *no waste* yang artinya limbah dari sisa metabolisme ikan akan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai pupuk. Manfaat melakukan sistem budidaya aquaponik adalah dapat dilakukan di lahan sempit, ramah lingkungan, serta mampu menghasilkan dua produk berupa ikan dan sayuran dalam satu siklus budidaya.

2.2. Selada

Selada (*Lactuca sativa* L.) adalah tumbuhan sayur yang biasa ditanam di daerah beriklim sedang maupun daerah tropika. Kegunaan utama adalah sebagai salad. Selada digunakan dalam berbagai hidangan, termasuk sup, sandwich, dan bahkan bisa dipanggang, selada termasuk tanaman yang banyak dibudidayakan dengan menggunakan sistem hidroponik. Tanaman selada telah dibudidayakan secara luas karena bernilai ekonomis sehingga memberikan peluang keuntungan bagi sistem tanam

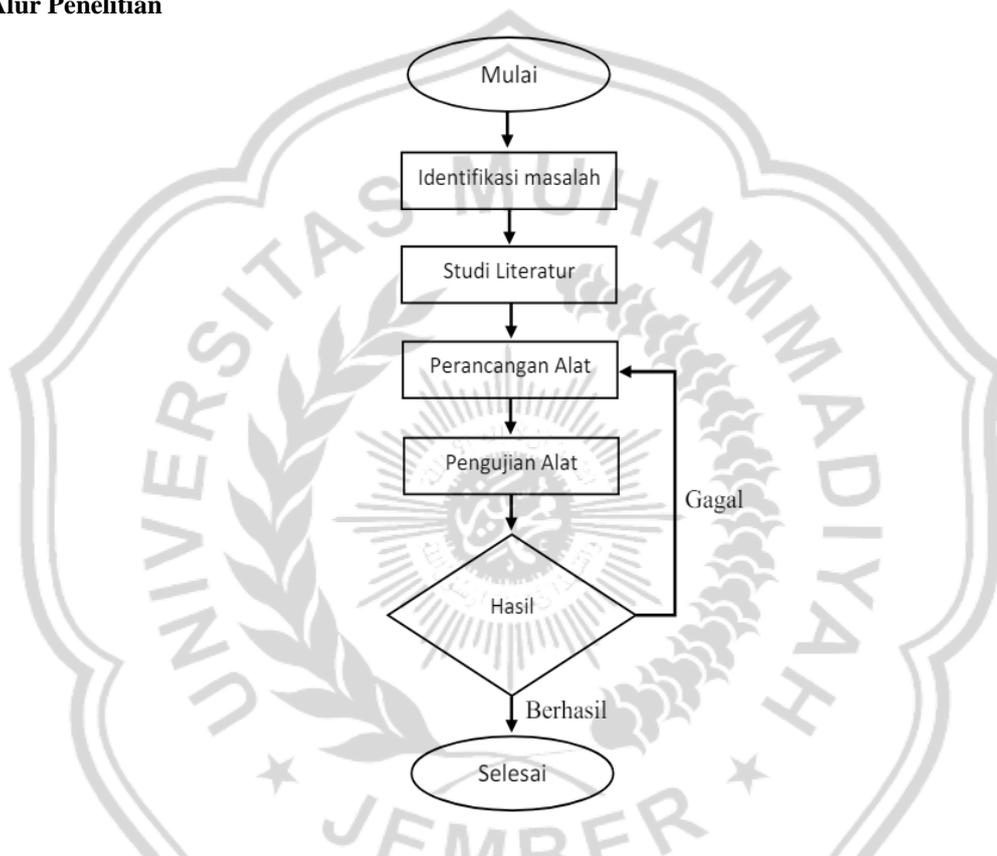
hidroponik (Najmatul Zahra, 2023). Selada juga memiliki kandungan kalsium yang cukup tinggi, yang umumnya dikonsumsi serta digunakan untuk menambah kebutuhan kalsium dalam tubuh.

2.3. Nila

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas penting perikanan air tawar Indonesia. Ikan nila berasal dari Afrika dan telah diperkenalkan hampir ke semua negara tropis di dunia. Ikan nila sangat populer karena pertumbuhannya yang cepat, daya tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan, dan rasa dagingnya yang enak. Ikan nila juga dapat hidup dalam kondisi air yang mengandung sedikit garam (air payau).

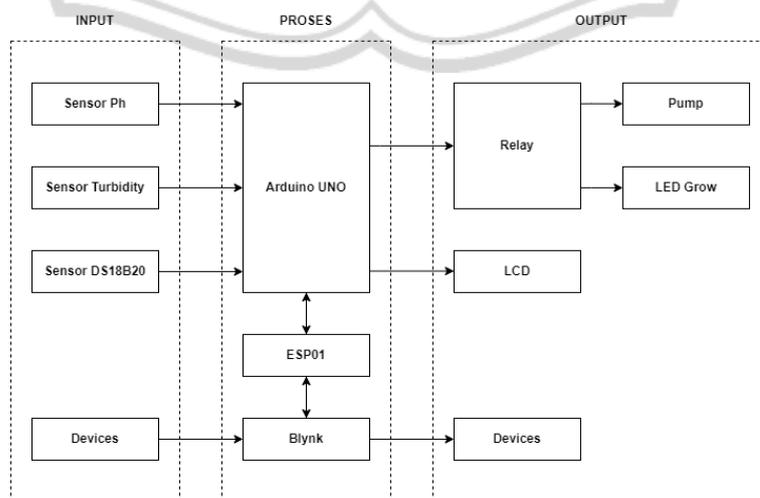
3. METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian

3.2 Diagram Blok

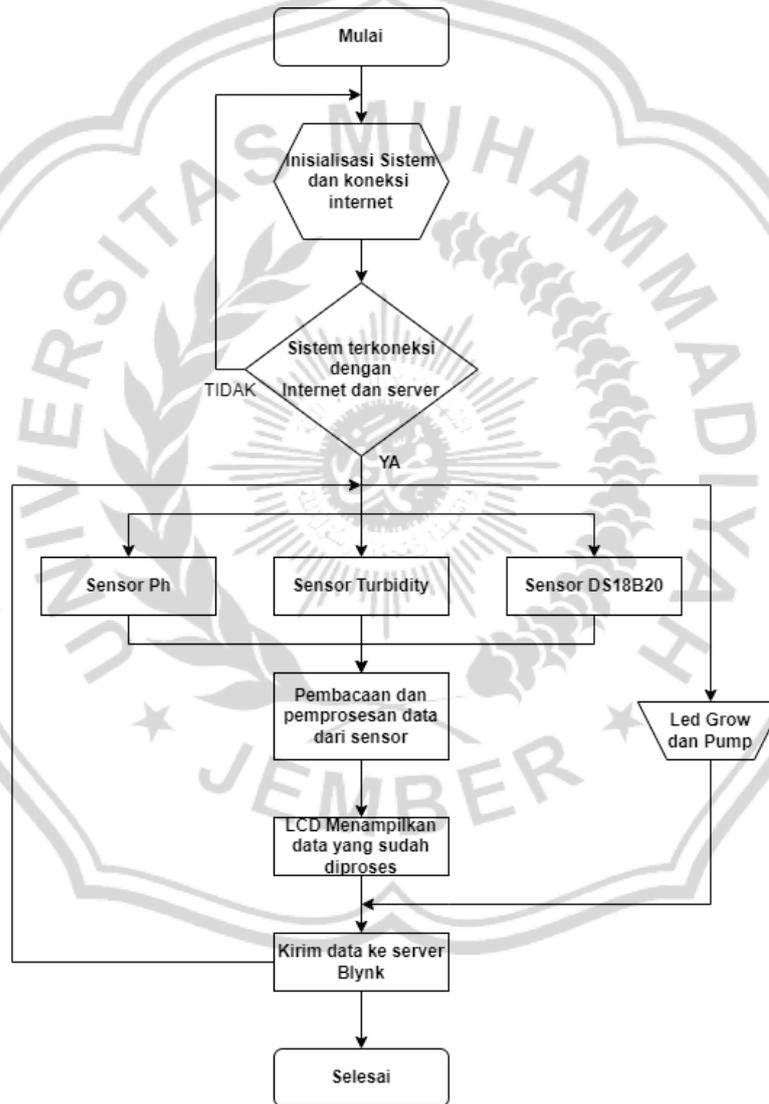


Gambar 3. 2 Diagram Blok Alat

Dari gambar blok diagram diatas, uraian fungsi setiap blok rangkaian adalah sebagai berikut:

- a. Sensor pH untuk membaca kadar pH pada air.
- b. Sensor *Turbidity* digunakan untuk membaca kekeruhan air.
- c. Sensor DS18B20 digunakan untuk membaca suhu air
- d. Arduino UNO untuk mengolah data keluaran dari sensor memproses berjalannya *Output*.
- e. ESP01 Sebagai pendukung sistem IOT
- f. Pump digunakan untuk memompa air.
- g. Led Grow digunakan sebagai pengganti sinar matahari untuk membantu proses fotosintesis tanaman
- h. LCD berfungsi untuk menampilkan data dari sensor.
- i. Blynk dan *device* digunakan untuk *system* IOT memonitor dan kontrol melalui *smartPhone*

3.3 Diagram Blok



Gambar 3. 3Flowchart Sistem

Pada gambar diatas merupakan alur proses dari sistem, Pertama yakni inisiasi sistem atau ESP01 beserta koneksi internet. Jika sistem sudah terkoneksi ke internet dan terhubung ke server *Blynk*, Arduino akan menerima data sensor yang di *Inputkan* dari sensor pH, sensor *Turbidity*, dan Sensor DS18B20 untuk diproses, data yang telah diproses akan ditampilkan lewat LCD dan dikirim ke server *blynk* melalui ESP01 sistem IOT, untuk penggunaan LED Grow, dan pump akan menyala secara otomatis saat alat terkoneksi dengan Internet dan dapat dikontrol melalui *blynk*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

4.1 Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui apakah alat akan bekerja dengan maksimal atau tidak. Dibawah ini yaitu berisi beberapa pengujian sensor dan pengujian keseluruhan alat yang telah dilakukan.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor pH dan pH Meter

Air(ml)	pH meter	Sensor pH	Selisih	Error
250	3,51	4	0,49	13,96%
250	5,98	7	1,02	17,05%
250	7,64	9	1,36	18,19%
Rata-rata			0,95	16,4%

Dari hasil 3x percobaan untuk menguji sensor pH volume air 250ml, hasil pengukuran dari pH meter dan sensor pH terdapat selisih, hal ini dikarenakan Perbedaan cara kerja dari kedua alat dan pengkalibrasian sensor pH.

$$Error \text{ Sensor pH} = \frac{0,49}{3,51} \times 100\% = 13,96\%$$

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor DS18B20

Percobaan	Termometer	Sensor	Selisih	Error
1	25,5°C	26°C	0,5	1,96%
2	27°C	28°C	1	3,7%
3	29,5°C	31°C	1,5	5,05%
4	30°C	32,5°C	2,5	8,33%
5	32°C	34°C	2	6,25%
Rata-rata			1,5	5,05%

Dalam setiap percobaan, sensor selalu mencatat suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan termometer, selisih ini menyebabkan error dengan rata-rata sekitar 5,05%

$$Error \text{ Sensor DS18B20} = \frac{0,5}{25,5} \times 100\% = 1,96\%$$

Selisih antara pembacaan termometer dan sensor berkisar antara 0,5°C hingga 2,5°C, dengan selisih terkecil pada percobaan ke-1 dan selisih terbesar pada percobaan ke-4.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sensor Turbidity

Sampel	Value Sensor (NTU)	Klasifikasi Air	Keterangan
1	230	0-300 (NTU)	Jernih
2	590	301-600 (NTU)	Agak keruh
3	880	601-1000 (NTU)	Keruh

Pada Sampel 1 didapatkan dengan nilai NTU 230, air dalam sampel ini termasuk dalam kategori jernih, nilai NTU yang rendah menunjukkan bahwa air memiliki sedikit partikel tersuspensi, sehingga lebih bersih dan lebih jernih, lalu pada sampel 2 dengan nilai NTU 590, air dalam sampel ini termasuk dalam kategori agak keruh, ini menunjukkan peningkatan jumlah partikel tersuspensi, membuat air terlihat lebih keruh dibandingkan sampel pertama. Dan pada Sampel 3 dengan nilai NTU 880, air dalam sampel ini termasuk dalam kategori keruh, Nilai NTU yang tinggi menunjukkan konsentrasi partikel tersuspensi yang lebih tinggi, membuat air lebih keruh

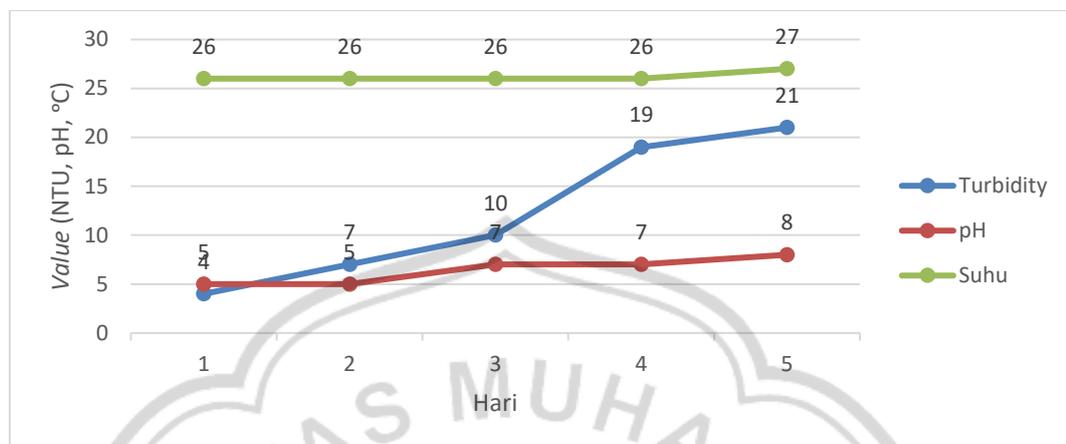
4.2 Pengujian Alat

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Parameter Keseluruhan

Hari	Turbidity (NTU)	Ph	Suhu (°C)	Pump	GrowLED
1	40		5	26	ON ON
2	70		5	26	ON ON
3	100		7	26	ON ON
4	190		7	26	ON ON
5	210		8	27	ON ON

Dari data yang didapatkan kekeruhan air ada peningkatan terus-menerus dalam kekeruhan air, yang dapat menunjukkan akumulasi partikel dalam sistem aquaponik, pH air terjadi perubahan yang signifikan

dari asam ke netral, dan kemudian menjadi sedikit basa, Perubahan pH ini dapat mempengaruhi kesehatan ikan dan tanaman dalam sistem aquaponik maka membutuhkan pergantian air, dan suhu air cukup stabil, meskipun ada sedikit peningkatan pada hari kelima.



Gambar 4. 1 Perubahan Kekeruhan, pH, dan Suhu Air Selama 5 Hari

4.3 Pembahasan Hasil Alat

1. Pretumbuhan ikan nila

Tabel 4.5 Hasil Pertumbuhan Ikan Nila

Hari	Bobot Awal (gram)	Bobot Hasil (gram)	Selisih
1	81,1	82,9	1,8 gram
2	82,9	84,8	1,9 gram
3	84,8	86,4	1,6 gram
4	86,4	88,3	1,9 gram
Rata-rata			1,8 gram

Berdasarkan tabel diatas ikan nila mengalami pertumbuhan yang konsisten selama 4 hari dengan kenaikan rata-rata berat sebesar 1,8 gram per hari.

$$\text{Rata-rata pertumbuhan ikan nila} = \frac{1,8+1,9+1,6+1,9}{4} = \frac{7,2}{4} = 1,8 \text{ gram/hari}$$

Total Pertumbuhan dari hari pertama hingga hari keempat: 88,3g - 81,1g = 7,2g.

2. Pertumbuhan Tanaman Selada

Setelah 1 minggu dari proses penyemaian, selada sudah memiliki daun dan akar yang cukup untuk dipindahkan ke sistem aquaponik, berikut tabel pertumbuhan selada setelah pindah tanam ke sistem aquaponik.

Tabel 4.6 Hasil Pertumbuhan Selada

Hari	Tinggi Awal (cm)	Tinggi Hasil (cm)	Selisih
1	3,2	3,5	0,3 cm
2	3,5	3,9	0,4 cm
3	3,9	4,4	0,5 cm
4	4,4	4,9	0,5 cm
Rata-rata			0,4 cm

Berdasarkan tabel diatas tumbuhan selada mengalami pertumbuhan yang konsisten selama empat hari dengan kenaikan rata-rata tinggi 0,4 cm per hari

$$\text{Rata-rata pertumbuhan selada} = \frac{0,3+0,4+0,5+0,5}{4} = \frac{1,7}{4} = 0,4 \text{ cm/hari}$$

Total Pertumbuhan dari hari pertama hingga hari keempat: 4,9 cm - 3,2cm = 1,7 cm

5. KESIMPULAN

1. Perancangan alat aquaponik agar berhasil membutuhkan desain alat yang mumpuni serta penggunaan komponen sensor yang mendukung agar alat berfungsi dengan baik, seperti penggunaan sensor pH, sensor DS18B20 dan sensor *Turbidity* yang nantinya diprogram oleh Arduino Uno, LCD untuk menampilkan hasil pada layar, dan ESP-01 pendukung IOT, hasil dari pengujian pada sensor pH mendapatkan rata-rata selisih 0,95 dengan rata-rata *error* 16,4%, sensor suhu mendapatkan rata-rata selisih 1,5°C dengan rata-rata *error* 5,05%, dan sensor *turbidity* memiliki 3 kondisi dengan klasifikasi air 0-300 NTU dikategorikan air jernih, untuk 301-600 NTU air dikategorikan agak keruh, dan 601-1000 dikategorikan air keruh dan dibutuhkan penggantian air pada aquaponik.
2. Hasil intergrasi dari 3 sensor pH air, kekeruhan air, dan suhu air telah ditunjukkan sesuai dengan parameter ekosistem ikan nila dan tumbuhan selada dengan pengaturan dan monitoring melalui *handhone* pengguna berbasis IOT pada Aplikasi Blynk terdapat "SuperChart", widget tersebut akan terhubung ke Blynk Cloud yang berfungsi untuk menyimpan data yang diperoleh oleh sensor yang mana dapat kita lihat secara *realtime* maupun atur *time range*-nya sesuai keinginan pengguna.
3. Kinerja sistem aquaponik menunjukkan kestabilan nilai suhu 26°C dan jika terjadi nilai kekeruhan lebih dari 300 NTU dan perubahan nilai pH 8 yang terus meningkat maka ekosistem aquaponik tidak stabil sehingga membutuhkan pergantian air. Hal ini dapat mempengaruhi kesehatan ikan dan tanaman selada dalam sistem aquaponik.

REFERENSI

- [1] Alfahira, N., Triyanto, D., & Nirmala, I. (2021). Sistem monitoring dan kendali tanaman hidroponik indoor farming menggunakan LED grow light berbasis website. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(03), 456-467.
- [2] Aulia, S., Ansar, A., & Putra, G. M. D. (2019). Pengaruh intensitas cahaya lampu dan lama penyinaran terhadap pertumbuhan tanaman kangkung (*Ipomea reptans Poir*) pada sistem hidroponik indoor
- [3] Azis, M. Abdul, et al. "Pemanfaatan Aquaponik Sebagai Teknologi Budidaya Ikan Nila Dan Sayuran Yang Mendukung Pertanian Berkelanjutan Di Desa Kayangan, Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara." *Jurnal Wicara Desa* 1.3 (2023): 369-376.
- [4] Binawati, Diah Karunia, and Nadia Ika Anjarsari. "Efektivitas Padat Tebar Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*) Pada Sistem Aquaponik." *SNHRP* 4 (2022): 176-182. [5] Alfahira, N., Triyanto, D., & Nirmala, I. (2021). Sistem monitoring dan kendali tanaman hidroponik indoor farming menggunakan LED grow light berbasis website. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(03), 456-467.
- [6] Handayani, Leni. "Pemanfaatan lahan sempit dengan sistem budidaya aquaponik." *prosiding seminar nasional hasil pengabdian*. Vol. 1. No. 1. 2018.
- [7] Jannah, N., Maduratna, M., & Claudia, A. W. (2021). Sosialisasi Penerapan Sistem Aquaponik Sederhana Terhadap Budidaya Tanaman Kangkung di Desa Pasiran, Kabupaten Asahan.
- [8] Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., & Dewiyanti, I. (2017). *Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan nila gesit (*Oreochromis niloticus*) pada sistem aquaponik dengan jenis tanaman yang berbeda* (Doctoral dissertation, Syiah Kuala University).
- [9] Sari, L. A., Kismiyati, K., Rozi, R., Falatehan, N., Noviyanti, Y. T., Faradilla, A. P., ... & Yusuf, M. (2023). Penerapan Teknologi Aquaponik Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Dan Selada (*Lactuca Sativa*) Di Lahan Yang Terbatas Di Sentra Wisata Kuliner Deles Merr, Surabaya. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2393-2401.
- [10] Wan Azhar, Wan Ahmad Firdaus, et al. "Realtime control and monitoring aquaponic system via Blynk." *Journal of Electrical and Electronic Systems Research (JEESR)* 16 (2020): 73-80.
- [11] Wibowo, S. (2021). Aplikasi Sistem Aquaponik Dengan Hidroponik Dft Pada Budidaya Tanaman Selada (*Lactuca Sativa L.*). *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 8(2), 125-133