

## RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL DAN MONITORING PH, SUHU AIR DAN TDS PADA SISTEM AKUAPONIK BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

Ubaidillah Umar<sup>1</sup>, Ardiansyah Al Farouq<sup>2</sup>, Helmy Widyantara<sup>3</sup>,  
Alfrido Ramadhana Kasenda Putra<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Telkom University

Email: <sup>1</sup>ubaidillahumar@gmail.com

### Abstrak

Dengan semakin berkembangnya zaman, telah terjadi penyusutan lahan pertanian di perkotaan. Aquaponic dapat menjadi opsi untuk pengembangan pertanian di perkotaan. Namun dilapangan terdapat kendala dimana kondisi air kolam ikan yang tidak menentu dalam memenuhi nutrisi bagi tanaman. Untuk menanggapi kondisi ini, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem dengan menerapkan sistem IOT yang terintegrasi dengan sistem kontrol berbasis Rule-Based dalam melakukan kontrol dan pemantauan kualitas nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman berbasis aquaponic. Teknologi ini meliputi pengontrolan kadar Ph, suhu air dan TDS (Total Dissolved Solid) yang dihasilkan oleh kotoran ikan didalam sistem aquaponic untuk digunakan sebagai nutrisi pada tanaman. Sistem ini membutuhkan beberapa sensor dan komponen utama, di antaranya sensor Ph meter, TDS, sensor suhu yang terintegrasi dan diproses melalui mikrokontroler ESP32. Hasil pengukuran sistem dikontrol dan dikirim ke database *IoT Cloud* yang terhubung oleh koneksi internet. Sistem Akuaponik berbasis IOT ini dapat di monitoring secara *real time*. Hasil pengujian pada sistem menunjukkan sensor yang digunakan memiliki error pembacaan yang kecil, yaitu pada sensor suhu menunjukkan nilai error yang diperoleh 1,5 %, sensor PH 0,7 %, dan sensor TDS 0,9 %. Dengan begitu tingkat akurasi pada penggunaan sensor dapat terjamin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rancang Bangun Sistem Kontrol dan monitoring bekerja sesuai dengan kebutuhan dimana sistem yang dikontrol dan terintegrasi dengan sistem website dapat berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% yang dapat memudahkan perawatan dan pemeliharaan tanaman dan ikan oleh petani.

**Kata Kunci :** *Aquaponic, Monitoring, Sistem Kontrol Nutrisi, Internet Of Thing (IoT).*

### Abstract

*As time goes by, agricultural land in urban areas has decreased. Aquaponics can be an option for agricultural development in urban areas. However, in the field, there are obstacles where the condition of the fishpond water is uncertain in providing nutrients for the plants. To respond to this condition, this research developed a system by implementing an IoT system that is integrated with a rule-based control system to control and monitor nutritional quality by the needs of aquaponic-based plants. This technology includes controlling pH levels, water temperature, and TDS (total dissolved solids) produced by fish waste in the aquaponic system to be used as nutrition for plants. This system requires several sensors and main components, including a ph meter sensor, TDS, and temperature sensor, which are integrated and processed via the ESP32 microcontroller. The system measurement results are controlled and sent to the IoT Cloud database connected by an internet connection. This IoT-based aquaponics system can be monitored in real-time. The test results on the system show that the sensors used have a small reading error, namely the temperature sensor showing an error value of 1.5%, the PH sensor 0.7%, and the TDS sensor 0.9%. In this way, the level of accuracy when using sensors can be guaranteed. The research results show that the control and monitoring system design works according to needs, where the system that is controlled and integrated with the website system can run with a 100% success rate, which can facilitate the care and maintenance of plants and fish by farmers.*

**Keywords:** *Aquaponics, Monitoring, Nutrient Control Systems, Internet of Things (IoT).*

## I. PENDAHULUAN

Perkembangan kota yang pesat berdampak pada jumlah lahan pertanian yang dapat digunakan untuk menanam oleh petani. Perekonomian dan populasi wilayah metropolitan dengan seiringnya waktu terus bertumbuh dengan cepat yang mengakibatkan pergeseran penggunaan lahan di dalam wilayah perkotaan. Lahan yang dulunya merupakan lahan pertanian kini sebagian besar telah berubah menjadi pemukiman penduduk. Dengan semakin menyusutnya lahan pertanian di perkotaan, maka pemanfaatan lahan terbatas atau yang masih tersedia dengan keterbatasan luasan merupakan salah satu opsi untuk mendukung pembangunan pertanian di perkotaan. Teknologi budidaya berbasis aquaponik merupakan salah satu strategi yang dapat digunakan untuk pemanfaatan lahan yang terbatas tersebut (Umar, Adiputra, and Widyantra 2020; Vernandhes et al. 2018a, 2018b). Pertanian dengan sistem aquaponik mulai populer seiring dengan menyusutnya ukuran lahan dan juga adanya Covid19 baru-baru ini dengan menawarkan salah satu kelebihan yaitu proses menanam dapat dicapai dengan satu petak lahan saja dengan menghasilkan jenis tanaman yang jauh lebih segar daripada menggunakan teknik pertanian tradisional, hal ini dikarenakan teknik menanam aquaponik dapat sepenuhnya menghilangkan penggunaan pestisida.

Selain semua yang bisa dicapai melalui pertanian aquaponik, ada faktor lain yang harus diperhatikan saat menggunakannya. Salah satu kendala dalam penerapan aquaponik adalah kompleksitas ekosistem, yang membuat banyak orang bingung mengatur segalanya mulai dari kejernihan air hingga kondisi tanaman yang kita budidayakan. Oleh karena itu, penggunaan dari teknologi dapat digunakan di dalamnya untuk memudahkan pengelolaan aquaponik ini. Petani mungkin merasa lebih mudah untuk melacak pengembangan sistem aquaponik mereka dengan menggunakan sistem informasi berbasis Internet of Things (IoT), yang merupakan sistem terintegrasi yang mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak (Garrido-Momparler and Peris 2022; Haryanto et al. 2019; Trevathan et al. 2021). Beberapa sensor akan digunakan dalam implementasi sistem IoT untuk memungkinkan pengumpulan data. Data dapat diambil, termasuk

pembacaan suhu air, nutrisi tanah, nutrisi, dan pH air, yang kemudian dapat dianalisis untuk mendapatkan pilihan manajemen yang lebih tepat untuk aquaponik (Chukkapalli et al. 2020; Kumar Pothula, Zhang, and Lu 2023; Paul et al. 2022; Podder et al. 2021; Umar, Sardjono, and Kusuma 2023; Wang and Iddio 2022). Diharapkan petani aquaponik akan mendapatkan keuntungan dari penggunaan teknologi Internet of Things ini. Dengan berbagai kemudahan, mulai dari alat kontrol hingga analisis dalam menentukan keadaan sistem akuaponik hingga memantau statusnya.

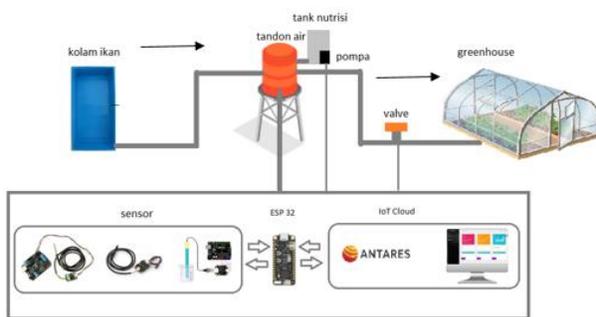
Serangkaian tindakan yang dapat dilakukan untuk mengelola sistem akuaponik yang diperoleh menggunakan sistem IoT. Sehingga dengan melakukan hal tersebut, dapat meningkatkan efektifitas pengelolaan akuaponik, serta efisiensi dalam mengembangkan sistem akuaponik yang ada, serta mempertahankan produksi sistem akuaponik pada tingkat yang tinggi (Abbasi, Martinez, and Ahmad 2021; Khaoula et al. 2021a; Kralik et al. 2022).

Penelitian-penelitian yang disebutkan diatas belum secara spesifik menerapkan dan mengimplementasikan konsep sistem kontrol kandungan nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penelitian ini mengembangkan sebuah sistem dengan menerapkan sistem IOT terintegrasi dengan sistem kontrol berbasis Rule-Based dalam melakukan kontrol dan pemantauan kualitas nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman berbasis aquaponic. Sistem Pengendalian dan pemantauan yang dikembangkan dapat mempermudah dalam melakukan pemeliharaan dan kontrol terhadap parameter-parameter didalam air kolam yang meliputi kadar Ph, suhu air, TDS (Total Dissolved Solid) sebelum disalurkan ketanaman dengan menerapkan sistem IoT (Internet of Things) pada sistem akuaponik. Sistem ini membutuhkan beberapa sensor dan komponen utama, di antaranya sensor Ph meter, TDS, sensor suhu yang terintegrasi dan diproses melalui mikrokontroler ESP32. Hasil pengukuran sistem akan dikontrol dan dikirim ke database IoT Cloud yang terhubung oleh koneksi internet. Sistem Akuaponik berbasis IOT ini dapat di monitoring secara real time.

**II. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini memiliki beberapa tahapan yaitu, persiapan, perancangan, dan pengujian. Tahap persiapan dimulai dengan studi literatur terkait yang didapat dari berbagai referensi seperti artikel, jurnal dan tesis. Tahap yang kedua yaitu meliputi tahap perancangan sistem (Megawati et al. 2020; Pasha et al. 2018). Dalam proses ini, penulis mulai mendesain rancangan sistem akuaponik, perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) sesuai dengan kebutuhan sistem. kemudian tahap selanjutnya dilakukan pengujian pada system, Apabila sistem tidak berjalan dengan sesuai maka akan dilakukan pengecekan atau pemeriksaan lagi pada rancangan hardware.

Sistem akuaponik yang diusulkan dapat dilihat pada gambar 1. Rancang sistem ini merupakan Rancangan dimana terlihat bahwa sistem akuaponik menunjukan letak dari media tanam dan kolam ikan. Sistem dimulai dari penyaluran air dari kolam ikan menuju ke tandon air, pengisian berhenti Ketika level air pada tandon air mencapai ketinggian yang ditentukan. Selanjutnya sensor yang diproses oleh ESP32 akan mengukur parameter pada air tandon. Dimana parameter yang diukur adalah suhu air, Ph air dan kadar nutrisi dan kepadatan larutan pada air.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Sistem ini mempunyai dua peran penting yaitu peran dalam pengendalian dan peran dalam memonitor kualitas dari nutrisi yang dihasilkan oleh sistem Aquaponic. Didalam proses pengendalian bekerja dimana apabila kadar ppm pada air tandon kurang dari 800 ppm, maka pompa pada tank nutrisi akan hidup untuk mnyalurkan caran nutrisi ke tandon air. Lalu apabila nilai ppm pada tandoor air lebih dari 1200 ppm, maka pompa

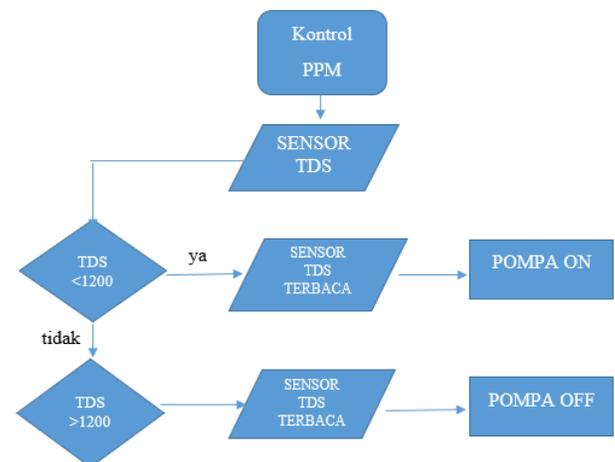
pada tank nutrisi akan berhenti. Dengan begitu kadar ppm dalam tandon air dapat stabil.

Kemudian dalam peran memonitor kualitas air Data nilai parameter yang telah diukur dengan sensor tersebut akan dikirim dan disimpan ke realtime database menggunakan platform IoT Antares. Kemudian data yang telah disimpan di database akan dikirimkan dan ditampilkan ke website sebagai kontrol dan monitoring secara IoT.

**A. Sistem Kontrol Akuaponik**

Pada bagian pengendalian ini, terdapat 2 metode pengendalian, yaitu otomatis dan manual. Pada bagian otomatis, dilakukan Pengendalian nutrisi, jika kadar ppm pada tandon air < 1200 ppm, maka pompa nutrisi maka akan mengalirkan cairan nutrisi sampai kadar ppm pada tendon air, Ketika kadar ppm > 1200 ppm, maka pompa akan berhenti. Pada bagian manual, dilakukan Pada aplikasi website, user dapat menghidupkan dan mematikan pompa untuk penyiraman dan penyaluran nutrisi pada tanaman pada aplikasi website.

Dalam pengendalian nutrisi pada akuaponik yang dilakukan diperlukan sebuah proses yang dapat menghidupkan dan mematikan pompa nutrisi untuk pengendalian nilai ppm. Proses pengendalian ini dilakukan menggunakan metode Rule-Based (Nie et al. 2022; Xiang et al. 2022; Zhao et al. 2022) dimana jika kadar ppm pada tandon air < 1200 ppm, maka pompa pada tank nutrisi akan hidup untuk mengalirkan cairan nutrisi pada tandon air. Jika kondisi ppm pada tandon air mencapai lebih dari 1200 ppm, maka pompa akan berhenti seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengendalian Nutrisi Otomatis

**B. Sistem Monitoring Akuaponik**

Pada bagian ini, petani dapat dengan mudah melakukan pemantauan dengan melihat data kualitas air akuaponik secara real-time. Data yang dihasilkan merupakan data suhu air, Ph air, dan Total Dissolved Solids (TDS). Pada aplikasi website juga menampilkan data kualitas air dalam bentuk visualisasi grafik harian, mingguan, bulanan, dan tahunan (Dhal et al. 2022; Khaoula et al. 2021b; Kyaw and Ng 2017).

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini dibahas tentang pengujian untuk mengetahui apakah alat dan komponen yang telah dirancang dan diimplementasikan sudah dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

**A. Pengujian Pengukuran Kondisi PH**

Pada pengujian sensor pH dimaksudkan agar dapat diketahui selisih antara modul sensor pH SEN0161 yang digunakan oleh penulis dan pH meter PH-201. PH meter PH-201 dipilih sebagai pembanding pengukuran sensor PH SEN0161 dikarenakan PH meter PH-201 merupakan pH meter digital dengan tingkat keakurasian pengukuran sebesar ±0,5 sehingga lebih akurat jika digunakan sebagai pembanding. Nilai pH pada pH sensor SEN0161 ditampilkan pada serial monitor pada arduino. Hasil dari pengujian sensor pH dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian kondisi Ph

Percobaan Hari ke-	pH sensor SEN0161	Ph meter PH-201	Error (%)
1	8.56	8.66	1,15
2	8.63	8.44	2.25
3	8.61	8.61	0
4	8.55	8.52	0.35
5	8.45	8.43	0.23
6	8.53	8.44	1.06
7	8.55	8.59	0.46
8	8.62	8.55	0.81
9	8.59	8.55	0,46
10	8.63	8.57	0.70

Untuk mencari % galat error dari Tabel hasil percobaan pengujian ph menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$Galat (\%) = \frac{\text{Pembacaan sensor} - \text{Pembacaan PH Meter}}{\text{Pembacaan PH Meter}} * 100 \% \tag{1}$$

Sedangkan untuk rata-rata % galat error dalam penelitian menggunakan persamaan rumus :

$$Rata2 Galat (\%) = \frac{\text{Galat} (\%)}{\text{Banyak pengukuran}} = \frac{7,47 \%}{10} = 0,747 \% \tag{2}$$

Jadi telah didapat rata-rata % galat error untuk pengujian ph = 0,747%. Berdasarkan hasil pengukuran pada table 1, dapat kita Analisa bahwa ada perbedaan nilai antara sensor ph SEN0161 dengan PH meter, dikarenakan ke sensitive-an pembacaan PH yang berbeda.

**A. Pengujian Pengukuran Kondisi Suhu**

Pada pengujian sensor suhu DS18B20 bertujuan agar dapat diketahui selisih antara modul sensor suhu DS18B20 dengan Thermometer. Hasil pengujian sensor dapat dilihat pada table.

Pada jalur data sensor suhu diberi resistor sebesar 4.7k Ω sebagai pull-up. Apabila resistor tersebut tidak diberi maka keluaran sensor akan menjadi -127 °C.

Tabel 2. Pengujian kondisi suhu

Percobaan ke -	Sensor DS18B20	Thermometer	Error (%)
1	27.56	27	2.07
2	27.60	27	0.74
3	27.30	27	0.11
4	27.33	27	1.22
5	26.95	27.5	0.02
6	28	27.5	1.51
7	28.33	27.5	3.01
1	28.66	25	235
9	27.96	28	0.14
10	28.66	27.5	4.21

Untuk mencari %galat error dari 22elak hasil percobaan pengujian ph menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$Galat (\%) = \frac{\text{Pembacaan sensor} - \text{Pembacaan thermometer}}{\text{Pembacaan thermometer}} * 100 \%$$

(3)

Dan untuk mencari rata-rata %galat error menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$Rata2 Galat (\%) = \frac{\text{Galat} (\%)}{\text{Banyak pengukuran}} = \frac{15.68\%}{10} = 1.568 \%$$

(4)

Jadi telah didapat rata-rata % galat error untuk pengujian suhu = 1.568 %.

Berdasarkan hasil percobaan, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai antara sensor DS18B20 dan termometer karena pembacaan suhu yang berbeda memiliki tingkat sensitivitas yang berbeda pula..

#### B. Pengujian Pengukuran TDS

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pembacaan data oleh sensor yang kemudian digunakan untuk melakukan nutrisi secara otomatis pada pelaku akuaponik. Pengujian dilakukan dengan melakukan perbandingan pengukuran nilai ppm menggunakan sensor TDS dan TDS Meter.

Tabel 3. Pengukuran TDS

Percobaan ke	TDS (Sensor)	TDS (Meter)	Error (%)
1	0	0	0
2	140	128	0.93
3	265	254	0.43
4	380	370	2.70
5	475	467	1.71
6	593	585	1.36
7	721	714	0.98
8	811	808	0.37
9	902	899	0.33
10	1123	1119	0.35

Setelah melakukan pengujian sebanyak 10 kali, dapat dilihat bahwa telah mendapat kestabilan sensor TDS hampir mencapai 1200 ppm. Sehingga dengan batas kemampuan sensor 1200 ppm sudah dapat memenuhi kebutuhan kadar nutrisi untuk tanaman melon. Untuk mencari % galat error dari Tabel hasil percobaan pengujian ph menggunakan

persamaan rumus sebagai berikut :

$$Galat (\%) = \frac{\text{Pembacaan sensor} - \text{Pembacaan TDS Meter}}{\text{Pembacaan TDS Meter}} * 100 \%$$

Dan untuk mencari rata-rata %galat error menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$Rata2 Galat (\%) = \frac{\text{Galat} (\%)}{\text{Banyak pengukuran}} = \frac{9.16 \%}{10} = 0.916 \%$$

Jadi telah didapat rata-rata % galat error untuk pengujian ph = 0.916 %. Dengan Tabel di atas kita dapat menganalisa bahwa ada perbedaan nilai antara sensor TDS dengan TDS meter, dikarenakan ke sensitive-an pembacaan PH yang berbeda.

#### C. Pengujian Monitoring Suhu pada Website

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai sensor suhu yang telah tampil pada serial monitor telah sesuai dengan nilai sensor suhu yang tampil pada fitur pemantauan di website. Tabel 4. menunjukkan hasil pengujian pemantauan suhu pada sistem dimana data yang ditampilkan diwebsite sama dengan yang diperoleh langsung oleh sensor.

Tabel 4. Pengujian Monitoring Suhu

Percobaan Ke	Serial Monitor	Website	Keberhasilan
1	26	26	100%
2	26	26	
3	27	27	
4	28	28	
5	27	27	
6	28	28	
7	29	29	
8	30	30	
9	30	30	
10	28	28	

Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibangun berfungsi sebagaimana mestinya.

#### D. Pengujian Monitoring Ph pada website

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai sensor pH yang telah tampil pada serial monitor telah sesuai dengan nilai sensor Ph yang tampil pada fitur pemantauan di website.

Tabel 5. Pengujian Monitoring PH

Percobaan ke	Serial Monitor	Website	Status
1	6	6	
2	6	6	
3	6	6	
4	7	7	
5	7	7	100%
6	7	7	Berhasil
7	6	6	
8	6	6	
9	7	7	
10	6	6	

Berdasarkan hasil percobaan pada tabel 5, didapatkan hasil pengujian Ph dari hasil tampilan serial monitor dan hasil tampilan aplikasi yang menunjukkan bahwa nilai yang diperoleh antara sensor Ph yang diserial monitor dengan yang diweb sama. Ini menunjukkan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan pengujian perangkat dan sistem berhasil.

#### E. Pengujian Monitoring TDS pada website

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai sensor suhu yang telah tampil pada serial monitor telah sesuai dengan nilai sensor tds yang tampil pada fitur pemantauan di website.

Tabel 6. Pengujian Monitoring TDS

Percobaan ke -	Serial Monitor	Tampilan Website	Status
1	1050	1050	
2	1017	1017	
3	1026	1026	
4	1094	1094	100%
5	1108	1108	Berhasil
6	1117	1117	
7	1097	1097	
8	1137	1137	
9	1138	1138	
10	1127	1127	

Tabel 6 menampilkan hasil pengujian monitoring TDS pada tampilan website yang diturunkan dari hasil tampilan serial monitor dan hasil tampilan

diwebsite. Nilai yang diperoleh antara sensor TDS dengan yang ditampilkan diwebsite sama. Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat berfungsi sebagaimana mestinya..

#### F. Pengujian Mode Kontrol Nutrisi Otomatis

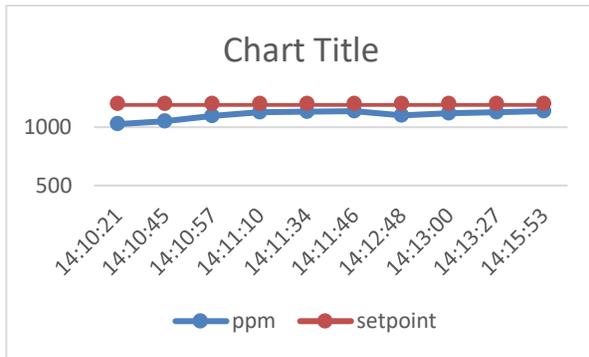
Pada pengujian kontrol nutrisi dimaksudkan agar dapat diketahui tingkat keberhasilan alat untuk mengontrol dan mengendalikan nutrisi secara otomatis berdasarkan nilai ppm pada tandon air.

Sistem bekerja dimana saat nilai ppm kurang dari batas nilai yang telah ditentukan yaitu 1200ppm, maka alat secara otomatis akan menyalakan aktuator dan menyedot cairan nutrisi pada tank nutrisi untuk menyalurkan ke tandon air hingga nilai ppm pada tandon air telah mencapai batasan yang telah ditentukan. Hasil dari pengujian mode kontrol nutrisi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Kontrol Nutrisi Otomatis

Percobaan ke -	Waktu	PPM	Pompa
1	14:10:21	1026	ON
2	14:10:45	1050	ON
3	14:10:57	1094	ON
4	14:11:10	1127	ON
5	14:11:34	1131	ON
6	14:11:46	1137	ON
7	14:12:48	1099	ON
8	14:13:00	1117	ON
9	14:13:27	1127	ON
10	14:15:53	1136	ON

Dari pengujian didapatkan hasil bahwa sistem kontrol nutrisi otomatis dapat bekerja secara normal tanpa *error*. Pengujian menunjukkan Kondisi sistem kontrol nutrisi otomatis telah sesuai dengan *setpoint* sistem yang dibuat, yaitu nilai ppm tidak lebih dari 1200 ppm, dengan begitu sistem pengendalian nutrisi dapat bekerja dengan tingkat keberhasilan 100 %.



Gambar 4. Grafik Pengendalian Nutrisi Otomatis

G. Pengujian Mode Kontrol Penyiraman

Pada pengujian mode kontrol penyiraman dimaksudkan agar dapat diketahui tingkat keberhasilan alat untuk sistem kontrol melalui perintah antarmuka website.

Pengujian dilakukan untuk keseluruhan fungsi kontrol pada antarmuka website. Dengan begitu dapat diketahui apakah valve sebagai kontrol untuk penyiraman dapat dijalankan dengan IoT yaitu pada antarmuka website. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pengujian Kontrol Penyiraman

Percobaan ke	Kontrol	Delay	Accuration (%)
1	Berfungsi	1 detik	90
2	Berfungsi	2 detik	
3	Berfungsi	1 detik	
4	Berfungsi	3 detik	
5	Berfungsi	2 detik	
6	Berfungsi	1 detik	
7	Berfungsi	2 detik	
8	Tidak berfungsi	-	
9	Berfungsi	1 detik	
10	Berfungsi	2 detik	

Dari pengujian kontrol penyiraman, telah dilakukan percobaan sebanyak 10 kali didapatkan hasil bahwa Komunikasi antara alat dengan antarmuka website hampir bekerja secara normal dengan terdapat sedikit kegagalan dikarenakan faktor koneksi wifi yang lemah. Dengan begitu didapatkan hasil rata – rata delay sebesar 1,6 detik dan hasil presentase keberhasilan sebesar 90 %.



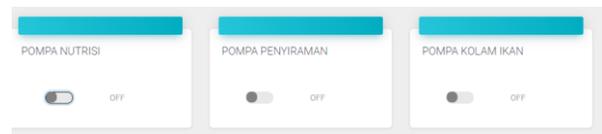
Gambar 5. Tampilan Aplikasi Website

Gambar 5. Menunjukkan tampilan aplikasi sistem kontrol dan monitoring berbasis akuaponik yang dilakukan secara realtime dalam melakukan pemantauan suhu, ph dan nutrisi terhadap kondisi tandon air sistem akuaponik. Kemudian Pada fitur monitoring akan menampilkan berdasarkan nilai dan grafik perubahan nilai parameter pada sistem akuaponik seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Monitoring Aplikasi Website

Pada fitur kendali akan menampilkan kontrol pompa secara manual, Pada bagian manual, dilakukan Pada aplikasi website seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 dimana user dapat menghidupkan dan mematikan pompa untuk penyiraman dan penyaluran nutrisi pada tanaman pada aplikasi website.



Gambar 7. Controlling Aplikasi Website

Berdasarkan percobaan ini, sistem dapat berjalan sesuai rancangan sistem yang dibuat dalam melakukan kontrol dan monitoring kondisi air kolam ikan yang menjadi sumber nutrisi bagi tanaman dengan hasil pengujian sensor yang digunakan memiliki error pembacaan yang kecil, yaitu pada sensor suhu menunjukkan nilai error yang diperoleh 1,5 %, sensor PH 0,7 %, dan sensor TDS

0,9 %. Dengan begitu tingkat akurasi pada penggunaan sensor dapat terjamin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rancang Bangun Sistem Kontrol dan monitoring bekerja sesuai dengan kebutuhan dimana sistem yang dikontrol dan terintegrasi dengan sistem website dapat berjalan dengan tingkat keberhasilan 100% yang dapat memudahkan perawatan dan pemeliharaan tanaman dan ikan oleh petani.

#### IV. PENUTUP

##### Kesimpulan

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan sistem yang dapat membantu para petani atau pemilik lahan akuaponik dalam memantau dan memelihara secara modern dengan IoT (*Internet of Things*) melalui perancangan sistem kontrol berbasis *Rule-Based* dalam melakukan kontrol dan pemantauan kualitas nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan tanaman berbasis akuaponik. Dari hasil percobaan dapat diambil kesimpulan bahwa nilai galat pada alat dan sensor tidak besar sehingga keakurasiannya masih terjamin. Dimana nilai rata-rata error pada sensor suhu 1,5 %, sensor PH 0,7 % dan sensor TDS 0,9 %. Kontrol otomatis pada pengendalian nutrisi juga berjalan sesuai waktu yang telah ditentukan tanpa adanya kendala. Pengujian fitur kontrol otomatis pada sistem menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100 %. Penggunaan website sebagai alat monitoring parameter yang digunakan dapat berjalan dengan baik. Pengujian fitur monitoring pada website menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Penggunaan website sebagai alat kontrol secara IoT dapat berjalan dengan baik. Pengujian fitur kontrol penyiraman pada website menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 90 %. dengan rata-rata delay

##### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, tentu tidak lepas dari berbagai macam kekurangan dan kelemahan baik itu pada sistem maupun peralatan yang telah dibuat. Sehingga peneliti memberikan saran untuk selanjutnya dapat ditambahkan sensor untuk mengukur parameter pada tanah tanaman akuaponik yang juga menjadi parameter penting dalam keberhasilan tumbuh berkembangnya tanaman.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, Rabiya, Pablo Martinez, and Rafiq Ahmad. 2021. "An Ontology Model to Support the Automated Design of Aquaponic Grow Beds." *Procedia CIRP* 100: 55–60.
- Chukkapalli, Sai Sree Laya et al. 2020. "Ontologies and Artificial Intelligence Systems for the Cooperative Smart Farming Ecosystem." *IEEE Access* 8: 164045–64.
- Dhal, Sambandh Bhusan, Muthukumar Bagavathiannan, Ulisses Braga-Neto, and Stavros Kalafatis. 2022. "Nutrient Optimization for Plant Growth in Aquaponic Irrigation Using Machine Learning for Small Training Datasets." *Artificial Intelligence in Agriculture* 6: 68–76.
- Garrido-Momparler, Víctor, and Miguel Peris. 2022. "Smart Sensors in Environmental/Water Quality Monitoring Using IoT and Cloud Services." *Trends in Environmental Analytical Chemistry* 35: e00173.
- Haryanto et al. 2019. "Smart Aquaponic System Based Internet of Things (IoT)." In *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing.
- Khaoula, Taji, Rachida Ait Abdelouahid, Ibtissame Ezzahoui, and Abdelaziz Marzak. 2021a. "Architecture Design of Monitoring and Controlling of IoT-Based Aquaponics System Powered by Solar Energy." In *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 493–98.
- . 2021b. "Architecture Design of Monitoring and Controlling of IoT-Based Aquaponics System Powered by Solar Energy." *Procedia Computer Science* 191: 493–98.
- Kralik, Brittany et al. 2022. "From Water to Table: A Multidisciplinary Approach Comparing Fish from Aquaponics with Traditional Production Methods." *Aquaculture* 552: 737953.
- Kumar Pothula, Anand, Zhao Zhang, and Renfu Lu. 2023. "Evaluation of a New Apple In-Field Sorting System for Fruit Singulation, Rotation and Imaging." *Computers and Electronics in Agriculture* 208.
- Kyaw, Thu Ya, and Andrew Keong Ng. 2017. "Smart Aquaponics System for Urban Farming." *Energy Procedia* 143: 342–47.
- Megawati, Dini et al. 2020. "Rancang Bangun Sistem Monitoring PH Dan Suhu Air Pada

- Akuaponik Berbasis Internet of Thing (IoT).” *TELKA - Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol* 6(2): 124–37. <https://telka.ee.uinsgd.ac.id/index.php/TELKA/article/view/telka.v6n2.124-137> (August 1, 2023).
- Nie, Peng, Michele Roccotelli, Maria Pia Fanti, and Zhiwu Li. 2022. “Fuzzy Rule-Based Models for Home Energy Consumption Prediction.” *Energy Reports* 8: 9279–89.
- Pasha, Adrian K. et al. 2018. “System Design of Controlling and Monitoring on Aquaponic Based on Internet of Things.” *Proceeding of 2018 4th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2018*.
- Paul, Sanjoy Kumar et al. 2022. “An Advanced Decision-Making Model for Evaluating Manufacturing Plant Locations Using Fuzzy Inference System.” *Expert Systems with Applications* 191.
- Podder, Amit Kumer et al. 2021. “IoT Based Smart Agrotech System for Verification of Urban Farming Parameters.” *Microprocessors and Microsystems* 82.
- Trevathan, Jarrod et al. 2021. “An IoT General-Purpose Sensor Board for Enabling Remote Aquatic Environmental Monitoring.” *Internet of Things* 16: 100429.
- Umar, Ubaidillah, Dimas Adiputra, and Helmy Widyantera. 2020. “Pengembangan Sistem Kendali Kuantitas Air Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Thing (IoT).” *MULTINETICS* 6(2): 110–16. <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/3447> (July 31, 2023).
- Umar, Ubaidillah, Tri Arief Sardjono, and Hendra Kusuma. 2023. “The Ontology Model for Selecting Quality Melons Uses Hidden Semantic Data Based on Melon Knowledge Domains.” *13th IEEE Symposium on Computer Applications and Industrial Electronics, ISCAIE 2023*: 95–100.
- Vernandhes, Wanda, N. S. Salahuddin, A. Kowanda, and Sri Poernomo Sari. 2018a. “Smart Aquaponic with Monitoring and Control System Based on IoT.” *Proceedings of the 2nd International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2017* 2018-January: 1–6.
- . 2018b. “Smart Aquaponic with Monitoring and Control System Based on IoT.” *Proceedings of the 2nd International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2017* 2018-January: 1–6.
- Wang, Liping, and Emmanuel Iddio. 2022. “Energy Performance Evaluation and Modeling for an Indoor Farming Facility.” *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 52: 102240.
- Xiang, Zhongming et al. 2022. “Rule Base Construction Method of Section out of Limit Disposal Strategy for Thermal Power Unit Equipment Fault.” *Energy Reports* 8: 13220–25.
- Zhao, Fang, Gang Li, Hongyue Guo, and Lidong Wang. 2022. “Rule-Based Models via the Axiomatic Fuzzy Set Clustering and Their Granular Aggregation.” *Applied Soft Computing* 130: 109692.