

SISTEM MONITORING KUALITAS AIR PADA SISTEM AKUAPONIK BERBASIS IOT

Risma Alfia

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: risma.17050874006@mhs.unesa.ac.id

Arif Widodo, Nurhayati, Nur Kholis

S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: arifwido@unesa.ac.id, nurhayati@unesa.ac.id, nurkholis@unesa.ac.id

Abstrak

Sistem akuaponik bertujuan untuk menghemat lahan tanam sekaligus membentuk pengairan yang terhubung secara langsung sehingga membentuk kehidupan dalam simbiosis mutualisme antara tanaman dan ekosistem air. Oleh karena itu, kualitas air pada sistem akuaponik harus terjaga. Tujuan penelitian ini adalah untuk memonitor kualitas air yang ada pada sistem akuaponik yang meliputi empat parameter, antara lain suhu air, pH air, Total Padatan Terlarut (TDS), dan tingkat kekeruhan air untuk dapat ditampilkan pada *Web Server* dan aplikasi *Telegram*. Melalui teknologi IoT, maka monitoring akan lebih mudah dilakukan karena pengamatan tidak perlu dilakukan secara langsung. Parameter tersebut akan ditampilkan pada *Web Server* dan aplikasi *Telegram* yang telah terhubung oleh sistem IoT pada prototipe sistem monitoring akuaponik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode pendekatan kuantitatif dengan instrumen pengumpulan data yang diperoleh dari software *VNC Viewer* dan mikrokontroler *Raspberry 3 Model B*. Komponen lain yang digunakan untuk mengukur parameter yang diperlukan antara lain, *DS18B20*, *PH-4502C*, *SEN0244*, *SEN0189*, dan *Arduino Pro Mini*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prototipe mampu mengukur parameter pada kualitas air dan dapat mengirimkan data ke *Web Server* maupun aplikasi *Telegram* dengan nilai akurasi pada suhu air sebesar 98,63%; pH air sebesar 98,36%; dan Total Padatan Terlarut (TDS) sebesar 99,70%. Untuk tingkat kekeruhan air tidak memiliki nilai akurasi disebabkan oleh tidak adanya alat pembanding pada penelitian ini.

Kata Kunci: Akuaponik, *Web Server*, IoT, *Telegram*, *VNC Viewer*.

Abstract

The aquaponics system aims to conserve planting land while forming a water that is directly connected so as to shape life in the symbiosis of mutualism between plants and water ecosystems. Therefore, the water quality of the aquaponic system must be maintained. The purpose of this study is to monitor the water quality in the aquaponic system which includes four parameters, including water temperature, water pH, Total Dissolved Solids (TDS), and water turbidity level showed on Web Server and Telegram. Through IoT technology, monitoring will be easier to do because observations do not need to be done directly. These parameters will be displayed on Web Servers and Telegram applications that have been connected by the IoT system on a prototype of an aquaponic monitoring system. The research method used is a quantitative approach method with data collection instruments obtained from *VNC Viewer* software and *Raspberry 3 model B* microcontroller. Other components used to measure the necessary parameters include, *DS18B20*, *PH-4502C*, *SEN0244*, *SEN0189*, and *Arduino Pro Mini*. The results showed that the prototype was able to measure parameters on water quality and could transmit data to Web servers and Telegram applications with an accuracy value at water temperature of 98.63%; water pH of 98.36%; and Total Dissolved Solids (TDS) of 99.70%. For the level of turbidity of water has no accuracy value due to the absence of comparison tools in this study.

Keywords: Aquaponic, Web Server, IoT, Telegram, VNC Viewer.

PENDAHULUAN

Sistem akuaponik adalah konsep pengembangan sistem pertanian yang dipadukan dengan pemanfaatan produksi tanaman dan hewan (Haryanto dkk., 2019). Tujuan dari memadukan dua media tersebut adalah untuk meringkas lahan tanam tanpa memerlukan tanah yang subur (Pasha dkk.,

2018). Secara umum, konsep pembuatan sistem akuaponik adalah dengan memanfaatkan kolam ikan maupun akuarium sebagai sumber air sekaligus pupuk alami dari kotoran ikan (Rahmanto dkk., 2020). Akuarium akan diberikan saluran khusus yang akan mengairi lahan tanam. Siklus ini akan terus mengalir sehingga memudahkan

pekerjaan dalam masalah perawatan, mulai dari konsumsi air, pemupukan, pembuangan limbah ikan, dan pertumbuhan tanaman lebih cepat (Supriadi dkk., 2019).

Dalam perancangan sistem akuaponik, perlu diperhatikan beberapa faktor kualitas air dari akuarium yang mempengaruhi sirkulasi sistem. Faktor-faktor tersebut terdiri dari 4 parameter, antara lain pH air, suhu air, dan tingkat kekeruhan, dan kebutuhan mineral dalam tanaman. Hal tersebut sangat penting karena akan berpengaruh pada kelangsungan hidup ikan di dalam akuarium (Pratomo dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan sistem filterisasi yang baik agar ekosistem tetap berlangsung.

Untuk mengamati setiap perubahan faktor-faktor dalam air, maka diperlukan sistem yang mampu memantau akuaponik secara otomatis dalam jangka waktu tertentu. Oleh karena itu, *Internet of Things* (IoT) akan sangat membantu keperluan monitoring sistem akuaponik tanpa harus mengecek akuarium secara langsung serta dapat memantau dalam jarak jauh (Pasha dkk., 2018). Melalui sistem akuaponik berbasis IoT akan memungkinkan untuk mengoneksikan *smartphone* dengan sistem akuaponik yang telah terintegrasi dengan komponen-komponen yang mendukung (Efendi, 2020). Mikrokontroler yang digunakan pada prototipe ini adalah Raspberry 3 model B dan Arduino Mini. Dengan bentuk fisik yang relatif kecil, maka prototipe akan lebih ringkas dan mudah untuk digunakan dalam lokasi lahan akuaponik yang sempit (Khairunisa dkk., 2021).

Pemantauan status parameter pada kualitas air dikirimkan melalui *Web Server* dan aplikasi *Telegram*. *Interface* pada *Telegram* memanfaatkan *Bot chat* yang dikirimkan secara personal. Akun *Telegram Bot* tidak memerlukan nomor telepon pada pembuatannya sehingga lebih mudah menjalankan kode di server untuk mengirimkan pesan (Mailoa dkk., 2020). Pesan kondisi air tersebut akan dikirimkan setiap kali pengguna meminta status parameter secara *real time*. Hal tersebut juga terdapat pada *Web Server* yang sudah dihubungkan dengan program IoT pada sistem akuaponik. Melalui 2 *Interface* tersebut, maka pemantauan sistem akuaponik akan lebih mudah selama *smartphone* terkoneksi internet dan memiliki aplikasi *Telegram*.

Penelitian yang sama mengenai monitoring sistem akuaponik dilakukan oleh Haryanto dkk. (2019) dalam artikelnya berjudul "*Smart Aquaponic System Based Internet of Things (IoT)*". Penelitian ini bertujuan untuk memantau tingkat keasaman atau pH air, ketinggian air menggunakan sensor Ultrasonik, suhu air, dan pakan ikan yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* berbasis internet. Haryanto, dkk. menggunakan server *Ubuntu IoT Cloud* untuk mengirimkan data yang diperoleh dari sensor untuk diakses melalui

smartphone. Kemudian, penelitian lainnya dilakukan oleh Mailoa dkk. (2020) yang berjudul "*Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar pH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram*". Penelitian ini bertujuan untuk mengontrol dan memantau perubahan pH air dengan komponen utama yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, sensor pH, dan relay.

Berdasarkan paparan di atas, maka penulisan artikel ilmiah ini bertujuan untuk merancang prototipe yang mampu memantau (*monitoring*) kualitas air yang terdapat pada sistem akuaponik menggunakan akses dari *Web Server* dan *Telegram*. Pemantauan kualitas air tersebut menggunakan IoT sehingga lebih efektif dan efisien pada waktu pemantauannya dan dapat dilakukan secara jarak jauh. Untuk mengetahui keefektifan prototipe tersebut, maka perlu diketahui hasil akurasi pada tiap parameter yang dimonitoring. Melalui hasil tersebut, maka prototipe akan memudahkan pekerjaan dan perawatan sistem akuaponik. Pada sistem akuaponik ini digunakan benih tanaman kangkung sebagai bahan percobaan dengan media tanam rootwool, kemudian media tanam tersebut diletakkan pada filter akuarium untuk mendapatkan nutrisi dari limbah akuarium.

Perawatan dan monitoring sistem akuaponik secara berkala memerlukan banyak waktu. Hal ini dikarenakan banyaknya parameter yang harus dikondisikan agar tidak merusak ekosistem. Oleh karena itu, pembuatan sistem akuaponik perlu memanfaatkan teknologi IoT agar pengamatan lebih mudah dilakukan. Jika sistem IoT menunjukkan batas parameter tertentu, maka akurium maupun media tanam perlu perawatan lebih lanjut, seperti mengganti air, mengganti media tanam dengan bahan yang baru, ataupun memperbaiki filter pada sistem akuaponik.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Pendekatan dalam riset ini ialah pendekatan kuantitatif lantaran riset ini disajikan dengan angka. Diawali dari pengumpulan informasi, pengertian terhadap informasi tersebut, dan penampilan hasil. Tata cara pendekatan kuantitatif yang digunakan dalam riset ini merupakan metode penelitian eksperimen. Berdasarkan buku karya Siyoto & Sodik (2015:23) dengan judul "*Dasar Metode Penelitian*" dijelaskan bahwa penelitian eksperimen adalah penelitian kausalitas yang mana penelitian ini bertujuan menjelaskan hubungan sebab dan akibat. Hubungan kausalitas harus dijelaskan dengan melakukan kendali dan pengukuran yang teliti terhadap variabel penelitian pembandingnya. Data primer digunakan melalui nilai serta respon alat yang sudah dibuat.

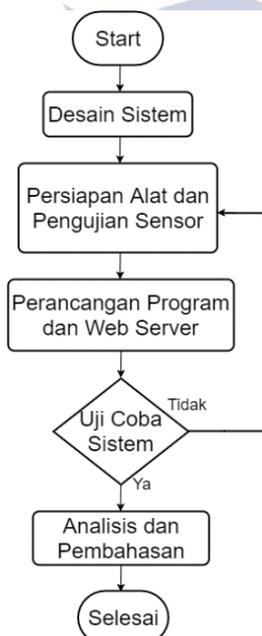
Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen penelitian berfungsi sebagai alat bantu penulisan penelitian untuk memperoleh data yang dibutuhkan (Black, N. 2006 dalam (Siyoto & Sodik, 2015)). Penelitian ini menggunakan *Software VNC Viewer* untuk membuat *script* Raspberry dan menampilkan hasil pembacaan sensor dari mikrokontroler Raspberry dan aplikasi *Telegram* untuk *Interface* pengiriman pesan kepada user menggunakan *Telegram Bot*.

Untuk mendapatkan data yang sesuai dengan hasil pada sistem akuaponik, maka Rasberry sebagai penyimpan data pada *Web Server* harus menyimpan data terlebih dahulu untuk melanjutkan informasi data ke *Telegram Bot*. Data yang terdapat pada *Telegram* maupun *Web Server* harus terkoneksi dengan internet agar monitoring dapat dilakukan secara berkala. *Web Server* dapat diakses melalui komputer yang terinstall *VNC Viewer*.

Alur Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan studi literatur dari berbagai referensi seperti jurnal, skripsi, tesis dan *ebook*. Kemudian langkah selanjutnya mendesain *hardware* dan *software* lalu sistem akan diuji coba. Bila sistem tidak berjalan sesuai dengan tujuan maka akan dilakukan pemeriksaan lagi menuju rancangan *hardware*, ini dilakukan dengan tujuan agar sistem berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Apabila uji coba sistem telah berhasil sesuai tujuan maka proses selanjutnya adalah pembahasan dan analisis. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

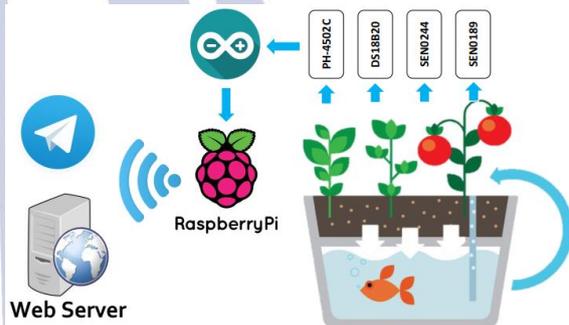


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Blok Diagram Sistem

Blok diagram sistem akuaponik dapat dilihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa sistem akuaponik menunjukkan letak media tanam dan akuarium

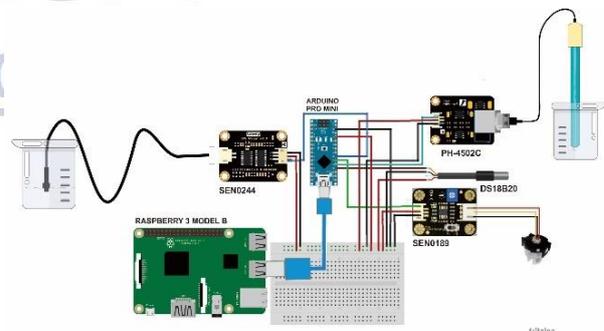
berada pada 1 satu tempat yang saling bersusun. Diagram dimulai dari perolehan nutrisi berasal dari limbah kotoran ikan yang diserap oleh tanaman. Pada proses ini, siklus berputar agar air kembali terfilter melalui media tanam ketika kembali ke akuarium. Selama proses ini berlangsung, kondisi air dimonitor berdasarkan 4 parameter, yaitu pH air, suhu air, total padatan terlarut, dan tingkat kekeruhan. Parameter tersebut diprogram melalui wiring yang dirangkai dengan Arduino Pro Mini. Program yang sudah diinput pada Arduino Pro Mini kemudian disambungkan pada Raspberry menggunakan USB connector. Maka, Raspberry akan menyimpan data yang didapatkan pada hasil pengukuran sensor, kemudian data akan dikirimkan ke *Web Server* dan *Telegram Bot*. Data akan muncul ketika pengguna menginginkan untuk mengetahui hasil pengukuran keempat parameter.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Rangkaian Elektronik Prototipe

Rangkaian elektronik prototipe terdiri dari beberapa komponen, antara lain 4 sensor pengukur parameter DS18B20, PH-4502C, SEN0244, dan SEN1089 terhubung dengan Arduino Pro Mini, kemudian Arduino Pro Mini tersambung melalui USB dengan Raspberry 3 Model B untuk menyimpan data pengukuran parameter dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi Rangkaian Elektronika Prototipe

Rangkaian Hardware Prototipe

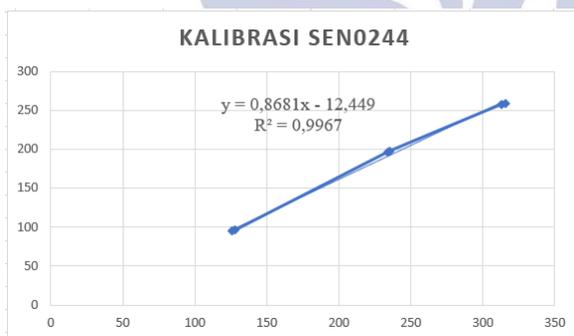
Rangkaian *hardware* yang dirancang pada prototipe ini sesuai pada Gambar 4. Pada gambar tersebut disusun sesuai dengan blok diagram.



Gambar 4. Rangkaian *Hardware* Sistem Akuaponik

Uji Coba Kalibrasi Sensor

Kalibrasi dilakukan untuk mendapatkan nilai koefisien yang tetap pada pengukuran parameter. Pada penelitian ini, pemilihan kalibrasi dilakukan menggunakan sensor yang ada pada TDS meter dan sensor SEN0244. Kedua hasil pengukuran tersebut akan dijadikan acuan kalibrasi sesuai pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Kalibrasi SEN0244

Hasil kalibrasi ini memperoleh nilai y pada Microsoft Excel dengan menggunakan regresi linear. Maka, persamaan kalibrasi yang diperoleh adalah $y = 0,8681x - 12,449$. Persamaan tersebut nantinya akan dimasukkan ke dalam *script* yang ditulis pada software Arduino. Kalibrasi dilakukan hanya pada sensor SEN0244 untuk mengukur tingkat padatan terlarut dalam air (TDS). Hal ini dilakukan karena air yang diperlukan untuk kalibrasi sama saja serta mempermudah *script* Arduino dalam penulisan persamaannya.

Uji Coba Software

Uji coba software diperlukan karena mikrokontroler Raspberry 3 Model B tidak terhubung langsung dengan komputer. Oleh karena

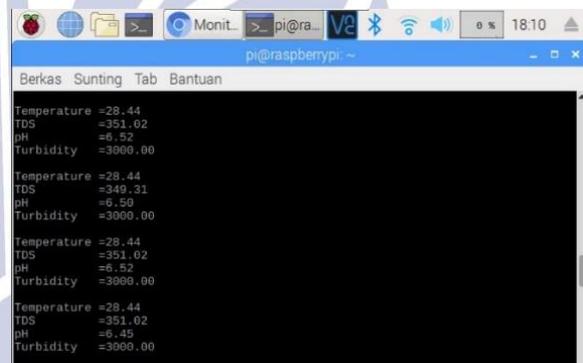
itu, menggunakan software *VNC Viewer* akan memudahkan proses monitoring. *VNC Viewer* adalah software remot kontrol lokal atau internet dengan *IP address* yang dihubungkan pada *Interface* Raspberry. *VNC Viewer* dapat diaktifkan jika komputer disambungkan jaringan TCP/IP dan port terbuka untuk mengontrol komunikasi pada *IP address* dengan Raspberry.

Untuk mengaktifkan *VNC Viewer* dan Raspberry 3 Model B pada komputer, langkah-langkah yang dilakukan adalah (1) menuliskan "*sudo raspi-config*" di cmd pada tampilan aplikasi; (2) memilih opsi pada *Interface VNC Viewer* yang pada awalnya "No", diubah menjadi "Yes"; (3) kemudian memasukkan *IP address* Raspberry 3 Model B ke aplikasi *VNC Viewer*.

PEMBAHASAN

Hasil Tampilan Monitoring Parameter

Hasil penelitian berupa tampilan data yang ditunjukkan pada hasil monitoring kualitas air yang terdapat pada *VNC Viewer* dan *Telegram*. Hasil monitoring pada *VNC Viewer* pada dilihat pada Gambar 6.



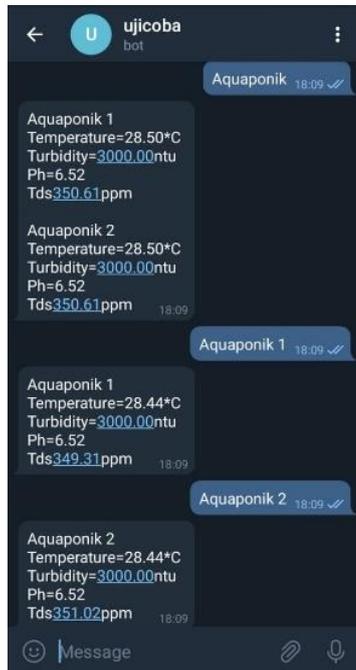
Gambar 6. Tampilan *Software VNC Viewer*

Pada tampilan tersebut, ditunjukkan hasil pembacaan parameter kualitas air secara *realtime*. Dengan begitu, setiap perubahan kualitas air akan terus diawasi sehingga pengguna dapat mengetahui kapan waktu pemeliharaan yang tepat terkait perubahan kualitas air yang signifikan.



Gambar 7. Tampilan Hasil Monitoring Pada *Web Server*

Selanjutnya, tampilan pada *Web Server* menunjukkan hasil yang sesuai dengan hasil yang didapatkan pada *VNC Viewer*. Pada Gambar 7 terdapat waktu pengecekan data status air dengan dilengkapi hasil pengukuran pada suhu, tingkat kekeruhan pH air, dan tingkat kebutuhan mineral.



Gambar 8. Tampilan Hasil Monitoring Pada Bot Telegram

Untuk memantau kualitas air melalui Telegram perlu memberikan perintah khusus agar Bot mengirimkan hasil monitoringnya dapat dilihat pada Gambar 8. Pada aplikasi ini, saat membuka *room chat* harus mengirimkan pesan “Aquaponik” untuk memerintah Bot Telegram mengirimkan hasil monitoring kualitas air. Pada saat itu juga, Bot akan langsung mengirimkan pesan balasan tanpa perlu menunggu lama karena program telah dirancang secara *realtime*.

Hasil Monitoring Kualitas Air

Hasil monitoring keempat parameter kualitas air telah dicatat dan didokumentasikan sebanyak 13 sampel data yang dilakukan dalam 1 hari dengan jarak monitoring selama 1 jam dengan waktu pengukuran di waktu yang sama. Monitoring ini dilakukan selama 13 jam mulai dari pukul 12.00 malam hingga pukul 00.00.

Pengukuran parameter pada prototipe memerlukan perbandingan dengan alat ukur sebenarnya atau alat ukur yang telah memiliki label SNI. Perbandingan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak nilai *error* yang dihasilkan oleh prototipe. Melalui perbandingan ini, maka tingkat akurasi akan lebih mudah didapatkan.

Penentuan rumus persentase *error* dapat ditampilkan pada persamaan 1.

$$\% \text{ error} = \left| \frac{x - xi}{x} \right| \times 100 \tag{1}$$

Keterangan :

Error (%) = *Error* relatif

X = Nilai yang didapat dari alat SNI

Xi = Nilai yang didapat dari alat penelitian yang didapat dari alat penelitian berupa DS18B20, PH-4502C, SEN0244, dan SEN0189.

Sedangkan, untuk menentukan nilai akurasi yang didapatkan pada prototipe dapat menggunakan persamaan 2.

$$\% \text{ akurasi} = 100\% - \% \text{ error} \tag{2}$$

Hasil Monitoring pada Telegram Bot

Hasil monitoring yang ditunjukkan pada Tabel 1 adalah hasil pengiriman data dari Raspberry ke Telegram Bot

Tabel 1. Hasil Monitoring Kualitas Air pada Telegram Bot

Waktu Pengamatan	TDS	Telegram			TDS	Alat SNI			Persentase Error (%)			
		Suhu	pH	Kekeruhan		Suhu	pH	Kekeruhan	TDS	Suhu	pH	Kekeruhan
12.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
13.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
14.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
15.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
16.00	209,57	29,66	7,97	286,36	210	29	8,03	x	0,20	2,28	0,75	x
17.00	209,57	29,66	7,97	286,36	210	29	8,03	x	0,20	2,28	0,75	x
18.00	209,57	29,66	7,83	251,35	208	29	8,03	x	0,75	2,28	2,49	x
19.00	209,57	29,66	7,83	251,35	208	29	8,03	x	0,75	2,28	2,49	x
20.00	211,66	31,38	7,72	216,11	212	31	8,09	x	0,16	1,23	4,57	x
21.00	211,66	31,38	7,72	216,11	212	31	8,09	x	0,16	1,23	4,57	x
22.00	213,63	31,38	8,09	216,11	214	31	8,15	x	0,17	1,23	0,74	x
23.00	212,43	31,38	8,09	216,11	212	31	8,15	x	0,20	1,23	0,74	x
00.00	212,43	31,38	7,83	109,07	211	31	8,09	x	0,68	1,23	3,21	x
Rata-Rata	211,29	30,48	7,95	234,95	211,15	30,08	8,08	x	0,30	1,37	1,64	x

Keterangan:

x = tidak dilakukan pengukuran karena keterbatasan biaya pada alat sni tersebut.

Perbedaan hasil pengukuran antara prototipe dan alat SNI tidak berbeda jauh. Perbedaan ini terjadi karena perbedaan sensitifitas sensor yang digunakan pada prototipe dengan sensor yang ada pada tiap alat SNI. Perbandingan hasil pengukuran pada keempat parameter dilakukan, kecuali pada pengukuran tingkat kekeruhan menggunakan alat SNI. Oleh karena itu, hasil pengukuran tidak bisa mendapatkan hasil yang sama persis. Pengecualian ini dilakukan karena peneliti belum menemukan alat pembanding yang terjangkau maupun penyedia sewa turbiditi meter.

Berdasarkan hasil monitoring, nilai rata-rata yang didapatkan pada total padatan larut (TDS) sebesar 211,29 ppm pada prototipe sedangkan pada alat SNI sebesar 211,15 ppm. Kemudian, rata-rata suhu air pada akuarium berdasarkan pengukuran prototipe adalah 30,48 °C sedangkan pada termometer menunjukkan suhu rata-rata air 30,08 °C. kemudian, rata-rata pH air yang diukur oleh prototipe sebesar 7,95 sedangkan pada pH meter sebesar 8,08. Tingkat kekeruhan air tidak memiliki nilai pembanding sehingga hanya memiliki nilai rata-rata pada prototipe sebesar 234,95 NTU. Untuk persentase *error* rata-rata yang didapatkan pada ketiga parameter sebesar 0,30% pada hasil monitoring TDS atau total padatan terlarut, 1,37% *error* rata-rata pada suhu air, serta 1,64% *error* pada pengukuran pH air.

Hasil Monitoring pada Web Server

Hasil monitoring yang ditunjukkan pada Tabel 2 adalah hasil pengiriman data dari Raspberry ke *Web Server*. Perbedaan hasil pengukuran dari *Web Server* pada prototipe dengan alat SNI menunjukkan hasil pengukuran yang sama dengan hasil di *Telegram*. Hasil yang ditunjukkan pada *Web Server* dengan *Telegram Bot* terkadang memiliki perbedaan di pembacaan waktu beberapa detik yang muncul di layar monitor. Hal ini terjadi karena perbedaan waktu penyimpanan dan pengiriman data meskipun hanya berjarak

sepersekian detik. Untuk nilai rata-rata pengukuran yang didapatkan pada *Web Server* memiliki nilai yang sama dengan hasil yang didapatkan pada nilai pengukuran *Telegram*. Variasi monitoring yang dilakukan melalui *Telegram* dan *Web Server* bertujuan agar pengguna dapat memantau melalui komputer/laptop ataupun menggunakan *smartphone* apabila salah satu *device* tersebut tidak dapat digunakan untuk menunjukkan data monitoring kualitas air.

Jika diperhatikan pada Tabel 1 maupun Tabel 2, memiliki hasil monitoring yang bernilai sama. Hal ini terjadi karena pengiriman data dilakukan oleh server yang sama. Oleh karena itu, nilai rata-rata yang didapatkan serta persentase error pada tiap parameter memiliki hasil yang sama pada Tabel 1 dan Tabel 2. Karena hasil pengukuran di seluruh monitoring pada *Telegram* dan *Web Server* memiliki hasil yang sama, maka akurasi rata-rata yang diperoleh keduanya pun mendapatkan hasil yang sama. Sesuai pada Persamaan 2, maka nilai akurasi parameter yang didapatkan pada prototipe ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Akurasi Pengukuran Prototipe

Parameter	Nilai Akurasi
Padatan Terlarut (TDS)	99,70 %
Suhu Air	98,63 %
pH Air	98,36 %
Tingkat Kekeruhan	-

Berdasarkan hasil perhitungan akurasi pada Tabel 3, menunjukkan bahwa prototipe mampu melakukan monitoring pada kualitas air di aquaponik. Hasil akurasi yang ditunjukkan pada parameter padatan terlarut sebesar 99,70%, pada pengukuran suhu air sebesar 98,63%, serta pH air sebesar 98,36%. Hanya saja, tingkat kekeruhan air tidak dapat ditentukan nilai akurasinya karena prototipe tidak dibandingkan dengan alat ukur sebenarnya yang sudah memiliki standar SNI.

Tabel 2. Hasil Monitoring Kualitas Air pada *Web Server*

Waktu Pengamatan	Web Server				Alat SNI				Persentase Error (%)			
	TDS	Suhu	pH	Kekeruhan	TDS	Suhu	pH	Kekeruhan	TDS	Suhu	pH	Kekeruhan
12.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
13.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
14.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
15.00	211,66	30,19	8,07	251,35	212	30	8,09	x	0,16	0,63	0,25	x
16.00	209,57	29,66	7,97	286,36	210	29	8,03	x	0,20	2,28	0,75	x
17.00	209,57	29,66	7,97	286,36	210	29	8,03	x	0,20	2,28	0,75	x
18.00	209,57	29,66	7,83	251,35	208	29	8,03	x	0,75	2,28	2,49	x
19.00	209,57	29,66	7,83	251,35	208	29	8,03	x	0,75	2,28	2,49	x
20.00	211,66	31,38	7,72	216,11	212	31	8,09	x	0,16	1,23	4,57	x
21.00	211,66	31,38	7,72	216,11	212	31	8,09	x	0,16	1,23	4,57	x
22.00	213,63	31,38	8,09	216,11	214	31	8,15	x	0,17	1,23	0,74	x
23.00	212,43	31,38	8,09	216,11	212	31	8,15	x	0,20	1,23	0,74	x
00.00	212,43	31,38	7,83	109,07	211	31	8,09	x	0,68	1,23	3,21	x
Rata-Rata	211,29	30,48	7,95	234,95	211,15	30,08	8,08	x	0,30	1,37	1,64	x

Keterangan:

x = tidak dilakukan pengukuran karena keterbatasan biaya pada alat sni tersebut.

Hasil Pertumbuhan Tanaman dan Ekosistem Akuarium

Pertumbuhan tanaman menunjukkan hasil yang baik, meskipun terjadi etiolasi (pertumbuhan tanaman yang tidak normal diakibatkan tempat penanaman kekurangan sinar matahari). Kesalahan ini terjadi karena penelitian dilakukan di dalam Laboratorium Mikrokontroler dan Mikroprosesor, Gedung A8, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Perlu diketahui bahwa laboratorium tersebut adalah ruangan tertutup dan minimum cahaya matahari dikarenakan untuk menjaga keamanan instrumen-instrumen elektronika terhadap kerusakan akibat lingkungannya dari luar laboratorium.



Gambar 9. Pertumbuhan Tanaman dengan Sistem Akuaponik

Pertumbuhan tunas bibit kangkung tersebut berjalan ± 2 hari hanya dengan memanfaatkan sirkulasi sistem akuaponik. Percobaan penanaman dilakukan beberapa kali untuk mendapatkan hasil tunas yang baik dan sehat dapat dilihat pada Gambar 9.

Ekosistem akuarium yang memanfaatkan sistem akuaponik juga memperlihatkan kualitas air yang cukup stagnan dengan perubahan kualitas air tiap jam yang tidak terlalu mencolok. Hal ini akan membantu kesehatan ikan yang hidup di dalamnya agar tidak mudah sakit dengan adanya filter dari media tanam yang dibuat.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa prototipe sistem monitoring kualitas air pada sistem akuaponik berbasis akuaponik ini mampu membantu pemantauan kualitas air. Pengguna dapat memantau kualitas air setiap waktu dibutuhkan pemantauan. Perbedaan hasil pengukuran tiap parameter pada prototipe dibandingkan alat SNI menunjukkan perbedaan beberapa poin. Hal ini terjadi karena perbedaan sensitifitas sensor. Selain itu, kalibrasi sensor juga mempengaruhi hasil pengukuran sensor pada

prototipe. Melalui perbedaan pengukuran tersebut, maka akurasi yang didapatkan pada parameter kualitas air, antara lain 1) padatan terlarut 99,70%; 2) Suhu air 98,63 %; 3) pH air 98,36 %; sedangkan 4) Tingkat kekeruhan air tidak terdapat akurasi karena tidak ada perangkat SNI yang dibandingkan.

Untuk hasil monitoring pada *Telegram Bot* dan *Web Server* memiliki nilai yang sama namun berbeda beberapa detik waktu pengukurannya. Hal ini terjadi karena jarak waktu penyimpanan dan pengiriman data yang berbeda meskipun hanya sepersekian detik. Maka, pengguna dapat melakukan monitoring melalui komputer yang telah terintegrasi dengan sistem monitoring kualitas air untuk melihat hasil monitoring di *Web Server* ataupun dengan *smartphone* yang telah terinstall aplikasi *Telegram* dengan layanan *Telegram Bot*.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan untuk melakukan kalibrasi ulang sebelum melakukan monitoring. Selain itu, untuk menjaga kesehatan ekosistem akuaponik, perlu ditambahkan lampu *High Power LED* dengan daya yang sesuai dengan kapasitas akuarium. Apabila tidak menginginkan penambahan *High Power LED*, maka percobaan dan penelitian perlu dilakukan di tempat yang mendapatkan cahaya matahari yang cukup. Hal ini akan berpengaruh pada hasil pengukuran parameter kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Charisma, Atik., Iskandar, H. R., Taryana, E., dan Nurfajar, H. 2019. *Rancang Bangun On-line Monitoring System untuk pH Air Menggunakan PH-4502C Module dan Aplikasi Web Server*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2019, 1–8.
- Efendi, Hardian. 2020. *Perancangan dan Implementasi Alat Monitoring Kelayakan Air Pada Kolom Ikan Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Mikrokontroler*. e-Proceeding of Applied Science, 6(2), 3862–3871.
- Farnell, U. 2021. *Raspberry Pi 3 Model B*. Farnell UK. <http://uk.farnell.com/buy-raspberry-pi>
- Haryanto, Ulum, M., Ibadillah, A. F., Alfita, R., Aji, K., dan Rizkyandi, R. 2019. *Smart Aquaponic System Based Internet of Things (IoT)*. Journal of Physics: Conference Series, 1211, 012047. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1211/1/012047>
- Khairunisa, K., Mardeni, M., dan Irawan, Yuda. 2021. *Smart Aquarium Design Using Raspberry Pi and Android Based*. Journal of Robotics and Control (JRC), 2(5), 368–372. <https://doi.org/10.18196/jrc.25109>

- Maharani, Siti. Hardiyani., dan Kholis, Nur. 2020. Studi Literatur: *Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Persentase Nilai Error Karbonmonoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) Pada Prototipe Vehicle Gas Detector (VGD)*. Jurnal Teknik Elektro, 9(3), 569–578. Science and Engineering, 550, 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/550/1/012016>
- Mailoa, Jecika., Wibowo, Eri. Prasetyo., dan Iskandar, Risdiandri. 2020. *Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar PH Air pada Sistem Akuaponik Berbasis NodeMCU ESP8266 Menggunakan Telegram*. Jurnal Ilmiah Komputasi, 19(4), 597–604. <https://doi.org/10.32409/jikstik.19.4.336>
- Maxim Integrated. 2021. *DS18B20—Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*. Maxim Integrated. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf+&cd=11&hl=en&ct=clnk&gl=id>
- Miftahuddin, Yusup., Umaroh, Sofia., dan Karim, Fahmi. Rabiul. 2020. *Perbandingan Metode Perhitungan Jarak Euclidean, Haversine, Dan Manhattan Dalam Penentuan Posisi Karyawan*. Jurnal Tekno Insentif, 14(2), 69–77. <https://doi.org/10.36787/jti.v14i2.270>
- Pasha, Adrian. K., Mulyana, E., Hidayat, C., Ramdhani, M. A., Kurahman, O. T., dan Adhipradana, M. 2018. *System Design of Controlling and Monitoring on Aquaponic Based on Internet of Things*. 2018 4th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICWT.2018.8527802>
- Pratomo, Adi., Irawan, Agus., dan Risa, Mey. 2020. *Prototipe Sistem Monitoring Kualitas Ph Air Pada Kolam Akuaponik untuk Menjaga Ketahanan Pangan*. Engineering and Science, 6, 820–827.
- Rahmanto, Yuri., Rifaini, A., Samsugi, S., dan Riskiono, S. D. 2020. *Sistem Monitoring pH Air Pada Akuaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno*. Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam, 1(1), 23–28. <https://doi.org/10.33365/jtst.v1i1.711>
- Raspberry Pi. 2021. *Raspberry Pi 3 Model B [Product]*. Raspberry Pi 3 Model B. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- Siyoto, S., dan Sodik, A. 2015. *Dasar Metodologi Penelitian* (1 ed.). Literasi Media Publishing.
- Supriadi, O., Sunardi, A., Baskara, H. A., dan Safei, A. 2019. *Controlling pH and temperature aquaponics use proportional control with Arduino and Raspberry*. IOP Conference Series: Materials