

Model Sistem Monitoring pH dan Kekeruhan pada Akuarium Air Tawar berbasis *Internet of Things*

Dista Yoel Tadeus*, Khasnan Azazi, Didik Ariwibowo

Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275, Indonesia
Email: distayoel@gmail.com

Abstrak

Ikan hias dan vegetasi air memiliki rentang toleransi terhadap nilai parameter lingkungan. Parameter tersebut hendaknya senantiasa diawasi demi kelangsungan hidupnya. Internet of Things (IoT) telah dimanfaatkan sebagai sistem monitoring dan otomasi parameter lingkungan ikan dan vegetasi air namun sistem ini membutuhkan biaya yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan suatu model sistem monitoring berbasis IoT berbiaya rendah untuk memberikan informasi parameter pH dan kekeruhan air setiap saat kepada pemilik ikan hias. Sistem ini dibangun menggunakan komponen opensource dan sensor berbiaya rendah. Data monitoring digunakan untuk mengaktifkan aktuator berupa filter air. Filter akan aktif apabila tingkat kekeruhan air sudah melebihi batas kekeruhan yang ditentukan. Pengujian kekeruhan air aquarium menunjukkan saat kekeruhan mencapai 3000 ntu pukul 14.12 pompa aktif dan filter bekerja sampai kekeruhan berada pada nilai 498 ntu pada pukul 17.00 dan pompa mati secara otomatis. Nilai pH dan kekeruhan air berhasil ditampilkan dengan baik di aplikasi Blynk pada ponsel. Hasil pengujian menyimpulkan bahwa sistem monitoring yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan dengan baik.

Kata kunci : Akuarium, kekeruhan, pH, IoT.

Abstract

Model of IoT-based pH and Turbidity Monitoring System on Freshwater Aquarium

Ornamental fish and aquatic vegetation have a tolerance range of environmental parameter values. These parameters should always be monitored for survival. Internet of Things (IoT) has been utilized as a monitoring and automation system for environmental parameters of fish and aquatic vegetation, but this system requires high costs. The purpose of this study is to develop a low-cost IoT-based monitoring system model to provide information on pH parameters and water turbidity at any time to ornamental fish owners. This system is built using opensource components and low-cost sensors. Monitoring data is used to activate the actuator in the form of a water filter. The filter will active if the turbidity level of water has exceeded the specified turbidity limit. The aquarium water turbidity test showed that when the turbidity reached 3000 ntu at 14.12 the pump was active and the filter worked until the turbidity was at 498 ntu at 17.00 and the pump automatically shut down. The pH value and the turbidity of the water were successfully displayed in the Blynk application on the cellphone. The test results concluded that the monitoring system developed was successfully implemented.

Keywords : Aquarium, turbidity, pH, IoT.

PENDAHULUAN

Akuarium membutuhkan perawatan untuk menjaga kelangsungan hidup ikan dan vegetasi

air yang terdapat di dalamnya. Selain rutinitas pemberian pakan, nilai parameter lingkungan akuarium juga perlu senantiasa diawasi dan dijaga pada rentang tertentu. Perawatan tersebut

umumnya dilakukan secara manual. Teknologi Internet of Things (IoT) yang berkembang pesat memberikan manfaat dalam keperluan monitoring dan kontrol terhadap parameter lingkungan akuarium. Telah dilakukan penelitian tentang aplikasi IoT pada pemeliharaan ikan, seperti sistem otomasi pemberian pakan dan pengaturan cahaya akuarium untuk mengambil alih peran manusia dalam pemberian pakan dan pengaturan cahaya (Hardyanto, Ciptadi, & Asmara, 2019). Pada sistem akuaponik, telah dikembangkan sistem kontrol jarak jauh berupa siklus penyiraman, penerangan, dan pembaruan visual langsung menggunakan kamera (Jacob, 2017). *Water control system* dipasang untuk monitoring temperature pada akuarium vertikal (Shin & Angani, 2017). Monitoring temperatur dan otomasi pemberian pakan pada akuarium ikan Arwana berbasis Raspberry Pi telah memudahkan upaya *maintenance* (Nusantara, Wijaya, & Jati, 2017). IoT dimanfaatkan pada budi daya ikan untuk keperluan monitoring parameter lingkungan (Shin, Angani, & Akbar, 2017; Kaimal, Jaison, Santha, & Anand, 2017; Desnita, Raihanati, & Susanti, 2018; Hardyanto *et al.*, 2019; Kim, Lee, Kim, & Shin, 2019;).

Sistem *monitoring* parameter lingkungan ikan berbasis IoT yang telah dikembangkan tersebut umumnya belum dioptimalkan pada sisi biaya pembuatan sistem monitoringnya, khususnya pada akuarium ikan hias skala rumahan. Sistem IoT dapat dibangun menggunakan komponen *opensource* sehingga akan menekan biaya produksinya.

Penelitian ini bertujuan membangun sebuah model sistem monitoring parameter lingkungan ikan hias pada skala rumahan berbasis IoT dengan biaya yang relatif rendah menggunakan berbagai komponen *opensource*. NodeMCU ESP8266 12E digunakan sebagai kontroler utama sistem IoT. Komponen tersebut memiliki konektivitas WiFi yang memungkinkan terhubung ke internet dan telah banyak digunakan di berbagai aplikasi IoT seperti sistem pemantauan kualitas air dan tanah pertanian (Syafiqoh, Sunardi, & Yudhana, 2018), sistem metering daya listrik satu fasa, (Hlaing *et al.*, 2017), sistem *smart home dan automation* (Arafat, 2016; Kodali & Mahesh, 2016; Kodali & Soratkal, 2017; Wicaksono, 2017; Tonage, Yemul, Jare, & Patki, 2018;).

Parameter lingkungan akuarium yang akan dimonitor adalah pH air dan tingkat kekeruhan air. Air yang terlalu keruh dapat dibersihkan dengan menggunakan pompa *filter* yang dipasang didalam *aquarium* sehingga penyaringan dapat dilakukan secara otomatis dan air pada *aquarium* dapat menjadi lebih bersih dibandingkan sebelum dinyalakan *filter*. *Filter* yang dipasang di dalam *aquarium* hanya dapat menyala jika tingkat kekeruhan pada *aquarium* berada dibawah batas yang ditentukan. Biasanya batas maksimal tingkat kekeruhan *aquarium* mencapai 500 ntu.

METODOLOGI

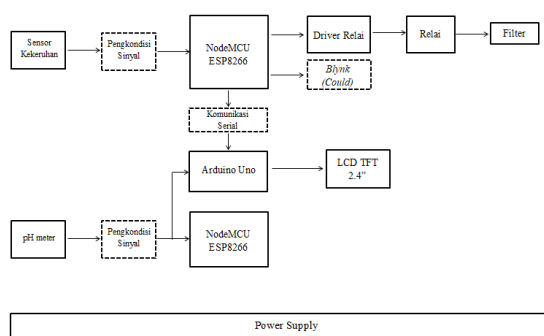
Pada Gambar 1. merupakan bentuk *aquarium* yang akan digunakan untuk penelitian ini. Ukuran *aquarium* ini adalah 100 cm x 25 cm x 30 cm dengan tampungan volume ± 65 liter.



Gambar 1. Akuarium Ikan Hias Air Tawar

Secara konsep, alat ini dirancang untuk *monitoring* kekeruhan dan tingkat keasaman air pada *aquarium*. Sehingga, pengguna dapat melihat kekeruhan dan tingkat keasaman air pada *aquarium*. Ditambah alat ini juga didesain untuk langsung menyalakan *filter* jika tingkat kekeruhan pada *aquarium* tidak sesuai dengan rentang yang ditentukan. Blok diagram alat dapat dilihat pada gambar 2. Bagian-bagian dari blok diagram tersebut dijelaskan sebagai berikut : *Power Supply*, berfungsi sebagai sumber inputan yang digunakan untuk menyalakan seluruh sistem rangkaian. Dimana *power supply* yang digunakan adalah charger 5 VDC dan Catu Daya 12 VDC. Charger 5 VDC digunakan untuk mensuplai

tegangan dan menghidupkan Arduino UNO R3, NodeMCU ESP8266 12 E, Sensor Kekeruhan, Sensor pH, dan *Driver Relay*.



Gambar 2. Blok Diagram

Power Supply, yang berupa Catu Daya 12 VDC berasal dari sumber 220 VAC yang diturunkan menggunakan Trafo Step-down menjadi 12 VAC. Tegangan yang diturunkan Trafo tersebut digunakan sebagai *input* catu daya dan disearahkan menggunakan dioda *bridge*. Tegangan yang sudah disearahkan tersebut diatur tegangannya dengan menggunakan IC LM7812 sehingga keluaran Catu Daya 12 VDC tidak akan berubah. Tegangan *output* dari catu daya 12 VDC digunakan untuk menghidupkan pompa *filter*. Pengolah data atau dasar otak dari semua perintah dan program alat ini ada pada NodeMCU ESP8266 12E. Mikrokontroler ini mengendalikan semua rangkaian yang akan bekerja menggunakan bahasa pemrograman C yang sama seperti Arduino (Huang, Le Jeannic, Ruauadel, Morin, & Laurat, 2014). Mikrokontroler ini juga yang digunakan sebagai Modul WiFi sehingga *monitoring* yang dilakukan alat ini dapat terkoneksi langsung ke Internet. NodeMCU ESP8266 12E sebagai pengolah data dari masukan. Komponen yang digunakan sebagai masukan pada mikrokontroler ini adalah Sensor Kekeruhan dan Sensor pH Meter. Namun dikarenakan sensor pH Meter dan sensor kekeruhan bersifat analog, sehingga tidak mungkin ada di satu ESP yang sama, maka dari itu digunakan dua buah ESP. Masukan analog NodeMCU ESP8266 12E yang pertama dimana sebagai pusat untuk mengatur *driver relay* digunakan untuk sensor Kekeruhan. Sementara inputan analog NodeMCU ESP8266 12E yang kedua digunakan untuk *me-monitoring* tingkat keasaman pada *aquarium*. Dengan

menggunakan komunikasi serial untuk menghubungkan antara NodeMCU ESP8266 ke Arduino Uno. Arduino Uno berfungsi sebagai perangkat untuk menjalankan LCD TFT 2.4" yang digunakan sebagai antarmuka dan penampil kedua selain yang ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. Piranti keluaran dari mikrokontroler, digunakan *driver relay* yang berfungsi untuk menghidupkan poms *filter* sesuai dengan perintah dari NodeMCU ESP8266 12E yang pertama.

Cara kerja rangkaian keseluruhan alat ini dimulai dari sumber tegangan PLN 220 VAC digunakan sebagai inputan Trafo *stepdown* untuk menurunkan tegangan dari 220 VAC menjadi 12 VAC. Tegangan *ouput* dari trafo *stepdown* sebesar 12 VAC digunakan sebagai *inputan* catu daya 12 VDC. Catu daya ini digunakan untuk menyearahkan arus bolak-balik menjadi arus searah (DC). Penyearahan ini dimulai dari masukan catu daya yang melalui 4 buah dioda yang disusun membentuk rangkaian penyearah gelombang penuh (Gabrielsson, Janson, Tybrandt, Simon, & Berggren, 2014). Keluaran dari penyearah gelombang penuh menghasilkan tengangan DC namun masih memiliki *ripple*. Untuk mengurangi faktor *ripple* digunakan kapasitor sehingga tegangan DC dengan gelombang yang lebih halus (*low ripple*). Setelah dihasilkan gelombang DC *low ripple* tegangan masuk ke IC Regulator untuk dibatasi tegangan keluarannya sesuai tegangan referensi. *Voltage regulator* dapat menghasilkan *output* tegangan yang stabil. Berdasarkan datasheet, IC LM7812 hanya mempunyai arus keluaran maksimal sebesar 1 Ampere (Sigalingging & Honora, 2019). Setelah tegangan di batasi dari menggunakan IC Regulator, diberikan sebuah kapasitor lagi agar gelombang yang dihasilkan benar-benar lurus dan tidak ada *ripple*. *Output* dari catu daya 12 VDC digunakan untuk menghidupkan pompa *filter* yang akan dikontak melalui *driver relay*.

Awal sistem dimulai dari sensor kekeruhan membaca kekeruhan pada air, dan sensor pH Meter membaca tingkat keasaman pada air. Sensor kekeruhan berupa sensor ini berupa *optical sensor* yang mengukur kekeruhan menggunakan pembiasan antara *phototransistor* dan IR LED (dioda). Dengan menggunakan *phototransistor* dan dioda, dapat diukur jumlah cahaya yang datang dari sumber dioda (IR LED) ke penerima

cahaya (*phototransistor*), untuk menghitung kekeruhan air. Sementara pada pH Meter Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektroda kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas (*membrane glass*) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui.

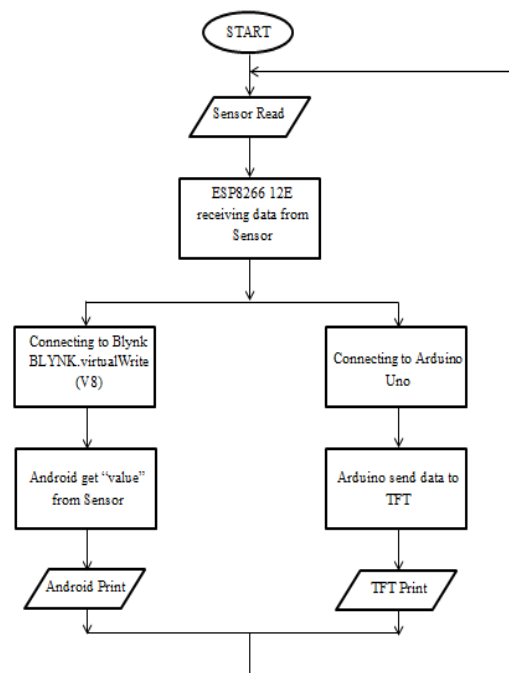
Kedua sensor tersebut mendapatkan sumber tegangan dari VCC pada Arduino Uno. Data yang dikirimkan ke NodeMCU bersifat analog sehingga diperlukan pengkondisi sinyal agar tegangannya tetap stabil sampai ke NodeMCU. NodeMCU mengirimkan hasil pembacaan sensor tersebut ke aplikasi *Blynk* yang dipasang pada *android* (Waworundeng, Doni, & Alan, 2017). Pengiriman data dan untuk menampilkan data yang terbaca harus terkoneksi dengan internet. Hal ini dikarenakan ESP8266 merupakan Modul WiFi, sehingga penggunaannya harus terkoneksi dengan internet (Mehta, 2015).

Selain ditampilkan pada aplikasi *Blynk*, hasil pembacaan sensor juga ditampilkan pada LCD TFT 2.4". Data sensor yang ada pada NodeMCU pertama dikirimkan ke Arduino Uno menggunakan komunikasi serial. Data yang didapat dari NodeMCU tersebut akan ditampilkan ke LCD TFT oleh Arduino. Sementara NodeMCU yang kedua dihubungkan ke pin analog pada Arduino Uno sehingga data yang didapat di NodeMCU juga dapat langsung muncul pada LCD.

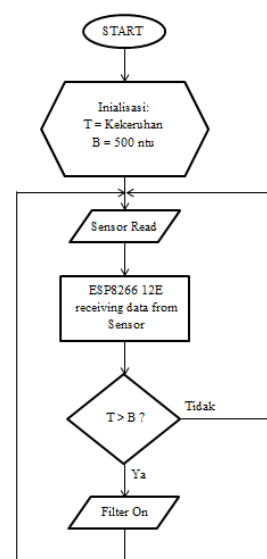
Output dari NodeMCU disambungkan pada *input driver relay*. NodeMCU mampu mengontak *relay* melalui pin digital yang terhubung dengan rangkaian *driver relay*, tapi diperlukan inputan tambahan yang berasal dari VCC Arduino sebesar 5VDC. Hal ini dikarenakan NodeMCU memberikan sinyal *low* kepada Optocoupler yang ada pada *driver relay*. Sinyal *low* tersebut tertangkap oleh phototransistor dan mendapat inputan sebesar 5VDC sehingga optocoupler tersebut dapat mengalirkan arus. Kemudian arus yang ada didalam optocoupler akan mengalir menuju Transistor, sehingga arus dapat mengalir untuk mengontak *relay*. Sehingga *relay* yang pada saat posisi *standby* berada pada posisi NC akan berubah ke posisi ON. Sehingga *output* dari *relay* akan menyala.

Output yang berupa pompa *filter* akan menyala jika kekeruhan yang terbaca oleh sensor

mencapai lebih dari 500 ntu, NodeMCU akan secara otomatis mengontak *relay* sehingga pompa *filter* secara otomatis menyala dan mati. Alat ini dapat bekerja secara maksimal apabila terhubung oleh WiFi. Jika koneksi internet terputus, maka *monitoring* pada aplikasi *Blynk* akan berhenti dan tampilan yang ada di LCD TFT 2.4" juga akan mengalami gangguan. Bentuk diagram alir untuk alat ini ditunjukkan pada Gambar 3. dan Gambar 4.



Gambar 3. Diagram Alir Sistem Monitoring



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

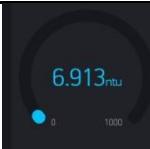
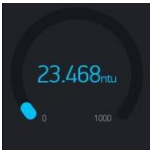
Pengujian dilakukan dengan menghubungkan seluruh perangkat beserta isinya, baik itu *hardware* dan *software*. Tujuan dari percobaan alat secara keseluruhan adalah untuk mendapatkan data-data spesifik pada titik-titik pengukuran dari alat yang telah dibuat, sehingga mempermudah analisa sistem dan memperbaiki kerusakan yang mungkin terjadi pada proses kerja alat.

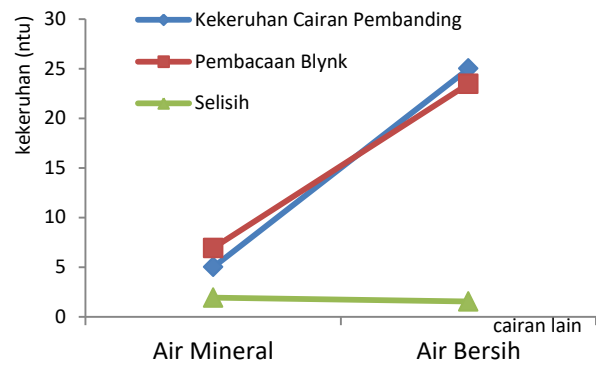
Pengujian dilakukan dengan 3 kali pengujian. Pengujian pertama dan kedua dilakukan pada kedua sensor untuk mengetahui apakah *monitoring* berjalan baik atau tidak. Sementara pengujian ketiga dilakukan pada *output* yang berupa pompa *filter*.

Pengujian kedua sensor dilakukan dalam waktu 5 hari dengan pengambilan sampel pada saat pagi hari dan sore hari. Hasil pembacaan pada *monitoring* ditunjukkan pada Tabel 1. dan Tabel 2.

Dari tabel diatas berdasarkan pembacaan kekeruhan pada *Blynk* dengan membandingkan kekeruhan dengan cairan lain, didapatkan beberapa perbedaan. Jika pada air mineral yang memiliki kekeruhan 5 ntu, didapatkan hasil pembacaan sebesar 6.913 ntu dan jika pada air bersih yang memiliki kekeruhan 25 ntu, didapatkan hasil pembacaan sebesar 23.468 ntu. Gambar 5 menunjukkan grafik pembacaan sensor kekeruhan pada cairan lain yang telah diketahui nilai kekeruhannya.


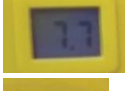

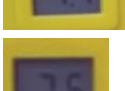



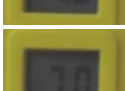
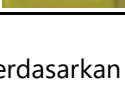
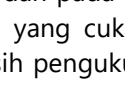
Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Kekeruhan dengan Cairan Lain

Cairan Pemandin g	Kekeruhan Cairan Pemandin g (ntu)	Pembacaan <i>Blynk</i> (ntu)	Selisi h
Air Mineral	5		1.913
Air Bersih	25		1.532

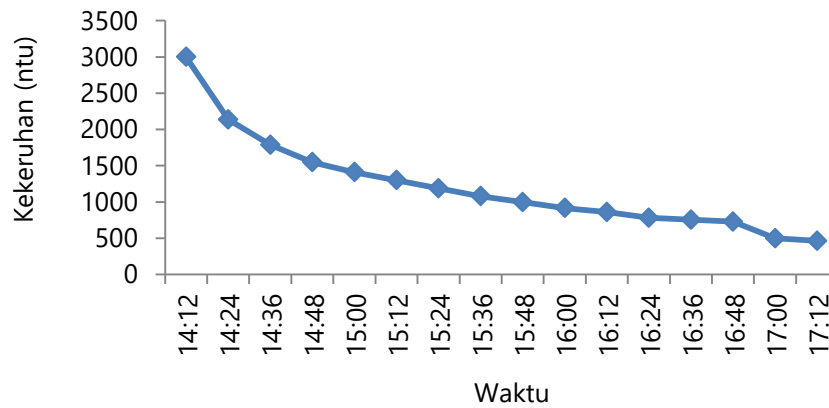


Gambar 5. Grafik Pembacaan Sensor Kekeruhan pada cairan lain

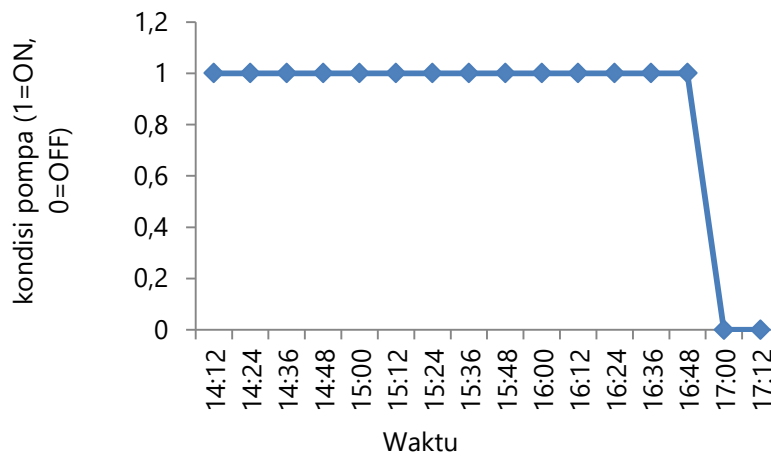
Tabel 2. Hasil Pengujian pH Meter dengan Alat Ukur Lain

Waktu	Pembacaan <i>Blynk</i>	Pembacaan pH meter	Selisih
Pagi 1	pH Ualue: 7.11,		0.21
Sore 1	pH Ualue: 7.18,		0.52
Pagi 2	pH Ualue: 7.17,		0.33
Sore 2	pH Ualue: 7.17,		0.53
Pagi 3	pH Ualue: 7.34,		0.16
Sore 3	pH Ualue: 7.34,		0.06
Pagi 4	pH Ualue: 7.34,		0.14
Sore 4	pH Ualue: 7.31,		0.09
Pagi 5	pH Ualue: 7.35,		0.35
Sore 5	pH Ualue: 7.35,		0.35

Dari tabel diatas berdasarkan pembacaan tingkat keasaman pada air dan pada alat ukur pH Meter terdapat perbedaan yang cukup beragam dan memiliki rata-rata selisih pengukuran sebesar 0.274.



Gambar 6. Grafik Perubahan Kekeruhan Air pada Pengujian Output Pompa Filter



Gambar 7. Grafik Pengujian Output Pompa Filter

Tabel 3. Hasil Pengujian Output

Waktu	Tingkat Kekeruhan (ntu)	Indikator Pompa
14.12	> 3000	Hidup
14.24	2135.896	Hidup
14.36	1786.437	Hidup
14.48	1546.978	Hidup
15.00	1410.596	Hidup
15.12	1298.909	Hidup
15.24	1187.547	Hidup
15.36	1078.798	Hidup
15.48	997.465	Hidup
16.00	900.785	Hidup
16.12	820.909	Hidup
16.24	746.460	Hidup
16.36	668.879	Hidup
16.48	574.909	Hidup
17.00	498.909	Mati
17.12	463.213	Mati

Pengujian *Output* yang dilakukan pada pompa *filter* adalah untuk membuktikan apabila *filter* dapat menyaring kotoran dengan baik atau tidak. Berikut adalah hasil pengujian *output* yang ditunjukkan pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3. dapat dilihat bahwa pompa menyala mulai dari pukul 14.12 dengan tingkat kekeruhan mencapai lebih dari 300 ntu. Pompa mulai bekerja dan *memfilter* kotoran di *aquarium* untuk mengurangi tingkat kekeruhan air pada *aquarium* dan sampai pada pukul 17.00 pompa sudah mati dengan kekeruhan akhir mencapai 498.909 ntu.

Gambar 5 menunjukkan grafik perubahan nilai kekeruhan air, sedangkan gambar 7 menunjukkan kondisi pompa filter. Tampak bahwa ketika air keruh maka pompa filter hidup, dan membutuhkan waktu kurang lebih hampir 3 jam untuk menurunkan kekeruhan air sampai di bawah 500 ntu. Pada saat itu pompa filter mati secara otomatis.

KESIMPULAN

Model sistem monitoring parameter lingkungan pada akuarium ikan hias berbasis IoT yang dibangun menggunakan komponen *opensource* berbiaya rendah pada penelitian ini telah berhasil dilakukan sehingga dapat menjadi alternatif bagi solusi bisnis maupun komunitas hobi ikan hias atau biota air lainnya. Monitoring parameter dalam sistem tersebut tidak terbatas pada pH dan kekeruhan air tetapi juga dapat ditambahkan bentuk sensor lain sesuai dengan parameter lingkungan yang ingin diawasi. Sebagai tambahan, sistem yang dibangun juga memungkinkan adanya model fungsi pengendalian dan telah diuji melalui mekanisme otomasi pompa filter yang akan hidup atau mati sesuai dengan nilai kekeruhan aktual.

Sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut yaitu pada sisi peningkatan kemampuan *scalability* supaya dapat diimplementasikan pada industri perikanan yang lebih besar dan sektor lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arafat, M.K. 2016. Sistem Pengamanan Pintu Rumah Berbasis Internet of Things (IoT) Dengan ESP8266. *Technologia: Jurnal Ilmiah*. 7(4):262-268. doi : 10.1126/science.195.4279.639
- Desnita, D., Raihanati, R., & Susanti, D. 2018. Smart Aquarium as Physics Learning Media for Renewable Energy. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 335(1): 012078. doi: 10.1088/1757-899X/335/1/012078
- Gabrielsson, E. O., Janson, P., Tybrandt, K., Simon, D. T., & Berggren, M. 2014. A four-diode full-wave ionic current rectifier based on bipolar membranes: Overcoming the limit of electrode capacity. *Advanced Materials*. 26(30):5143-5147. doi : 10.1002/adma.201401258
- Hardyanto, R. H., Ciptadi, P. W., & Asmara, A. 2019. Smart Aquarium Based On Internet of Things. *Journal of Business and Information Systems*, 1(1):48-53. doi : 10.36067/jbis.v1i1.12
- Hlaing, W., Thepphaeng, S., Nontaboot, V., Tangsunantham, N., Sangsuwan, T., & Pira, C. 2017. Implementation of WiFi-Based single phase smart meter for internet of things (IoT). *2017 International Electrical Engineering Congress, IEECON 2017*. Pp 1-4. doi : 10.1109/IEECON.2017.8075793
- Huang, K., Le Jeannic, H., Ruaudel, J., Morin, O., & Laurat, J. 2014. Microcontroller-based locking in optics experiments. *Review of Scientific Instruments*. 85(12):123112. doi: 10.1063/1.4903869
- Jacob, N.K. 2017. IoT powered portable aquaponics system. *ACM International Conference Proceeding Series*. doi : 10.1145/3018896.3018965
- Kaimal, A., Jaison, R., Santha, V., & Anand, S. 2017. Smart Aquarium. *Smart Aquarium*.
- Kim, Y., Lee, N., Kim, B., & Shin, K. 2019. Realization of IoT based fish farm control using mobile app. *Proceedings 2018 International Symposium on Computer, Consumer and Control*. pp. 189-192. doi : 10.1109/IS3C.2018.00055
- Kodali, R. K., & Mahesh, K.S. 2016. A low cost implementation of MQTT using ESP8266. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics*, pp. 404-408. doi : 10.1109/IC3I.2016.7917998
- Kodali, R.K., & Soratkal, S.R. 2017. MQTT based home automation system using ESP8266. *IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference 2016, R10-HTC 2016 - Proceedings*. doi : 10.1109/R10-HTC.2016.7906845
- Mehta, M. 2015. ESP8266: A Breakthrough in Wireless Sensor Networks and Internet of Things. *International Journal of Electronics and Communication Engineering & Technology*. 6(8):7-11
- Nusantara, A.H.S., Wijaya, R., & Jati, A.N. 2017. Hardware design of automatic Arowana raiser. *International Conference on Information Technology Systems and Innovation*, pp. 1-5. doi : 10.1109/ICITSI.2016.7858223
- Shin, K.J., & Angani, A.V. 2017. Development of water control system with electrical valve for smart aquarium. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation: Applied System Innovation for Modern Technology*. pp. 428-431. doi : 10.1109/ICASI.2017.7988444
- Shin, K.J., Angani, A.V. and Akbar, M., 2017, May. Fully automatic fluid flow control system for smart vertical aquarium. *In 2017 International*

- Conference on Applied System Innovation* pp. 424-427. doi : 10.1109/ICASI.2017.7988443
- Sigalingging, R. & Honora, P., 2019, May. Utilization of solar power as DC water pump movement in hydroponic plants. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1):012038. doi : 10.1088/1755-1315/260/1/012038
- Syafiqoh, U., Sunardi, S., & Yudhana, A. 2018. Pengembangan Wireless Sensor Network Berbasis Internet of Things untuk Sistem Pemantauan Kualitas Air dan Tanah Pertanian. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*. 3(2):285-289. doi : 10.30591/jpit.v3i2.878
- Tonage, S., Yemul, S., Jare, R., & Patki, V. 2018. IoT based home automation system using NodeMCU ESP8266 module. *International Journal of Advance Research and Development*. doi : 10.5923/j.ijit.20130201.02
- Waworundeng, J., Doni, L., & Alan, C. 2017. Implementasi Sensor PIR sebagai Pendeteksi Gerakan untuk Sistem Keamanan Rumah menggunakan Platform Iot. *Cogiti Smart Journal*. 3(2):152-163.
- Wicaksono, M.F. 2017. Implementasi Modul Wifi Nodemcu Esp8266 Untuk Smart Home. *Jurnal Teknik Komputer Unikom*. 6(1):1-6