

Rancang Bangun Perangkat Keras Sistem Monitoring Kualitas Air dan Kontrol pada Sistem Filterisasi Kolam Budidaya Ikan Nila

1st Nima Adlini
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nimadlini@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Asep Suhendi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

suhendi@telkomuniversity.ac.id

3rd Dudi Darmawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

dudidw@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Ikan nila adalah salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki kecepatan pertumbuhan dan tingkat reproduksi yang baik, namun memiliki faktor utama berupa kualitas air yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan. Sistem yang telah ada dikembangkan dengan pemantauan kualitas air serta kontrol pada sistem filterisasi kolam budidaya. Deteksi kualitas air akan dilakukan oleh DS18B20, SEN0189, dan pH-4502C dengan parameter pemicu *self-maintenance* adalah pH dan kekeruhan. Metode kalibrasi yang dilakukan untuk komponen deteksi adalah metode verifikasi untuk DS18B20, metode kalibrasi linier untuk pH-4502C dan metode klasifikasi untuk SEN0189. Sistem telah berhasil dijalankan dengan komponen yang mampu bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan. Pengiriman data menuju *database* juga telah berjalan dengan baik. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa *monitoring* dan kontrol pada sistem telah berjalan dengan baik dan efektif, dibuktikan oleh data yang masuk pada *database* dan juga grafik parameter nilai pH dan tingkat kekeruhan air yang perlahan membaik setelah sistem dijalankan.

Kata kunci— Kontrol Filterisasi, Kualitas Air, Monitoring

I. PENDAHULUAN

Ikan nila adalah salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki kecepatan pertumbuhan yang cukup tinggi dan tingkat reproduksi yang sangat baik, namun dalam perawatan ekosistem budidaya ikan nila harus tetap dijaga dengan baik agar ikan tersebut dapat tumbuh dan berkembang dengan baik [1]. Kualitas air merupakan aspek yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan ikan, maka dari itu perlu adanya standar kualitas air yang dibutuhkan oleh ikan nila. Temperatur, kadar keasaman dan tingkat kekeruhan air adalah indikator utama dalam pemaksimalan dari perkembangan ikan nila, pertumbuhan dan perkembangan ikan. Temperatur air dapat mempengaruhi besar dan kecilnya perkembangan ikan dan aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi. Suhu yang tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dalam air [2]. Tingkat keasaman yang tinggi dalam kolam bisa terjadi akibat penguraian protein sisa pakan dan juga hasil metabolisme ikan yang mengandung kadar amonia (NH₃) dalam kolam

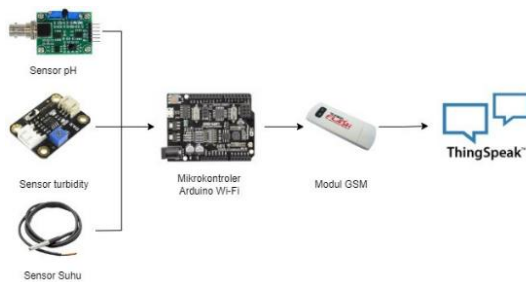
budidaya. Kotoran yang menumpuk di sekitar kolam juga dapat meningkatkan tingkat kekeruhan air seperti kotoran yang dihasilkan oleh ikan melainkan seperti sisa makanan, debu dari luar kolam, dan sebagainya. Standar pH yang dapat ditolerir oleh ikan nila yaitu sebesar 6,5 – 8,5 untuk pH air [3].

Parameter kualitas air yang harus dikelola pada sistem ini terdiri atas kadar keasaman dan tingkat kekeruhan air, kedua parameter ini perlu diperhatikan untuk memaksimalkan kesehatan ikan yang dibudidayakan. Komponen yang dapat dimanfaatkan untuk memaksimalkan kondisi air pada kolam budidaya adalah filter, yang merupakan media penyaring yang mampu menjaga kebersihan air. Akan tetapi, filter memiliki titik jenuh dimana filter tidak akan mampu melakukan penyaringan air karena adanya penumpukan kotoran pada media filter tersebut. Proses perawatan budidaya ikan yang ada saat ini masih dilakukan secara manual baik pemantauan maupun pengelolaan ekosistem kolam budidaya. Maka dari itu, perlu dirancang suatu perangkat yang dapat mengatasi permasalahan untuk mengoptimalkan budidaya ikan berjalan dengan baik. Dengan adanya pertimbangan mengenai efisiensi waktu, daya serta tenaga yang dibutuhkan dalam pemeliharaan kolam budidaya, perlu adanya sebuah sistem yang dapat memantau serta mengelola kolam budidaya secara otomatis tanpa memerlukan campur tangan manusia.

II. KAJIAN TEORI

A. Sistem Monitoring

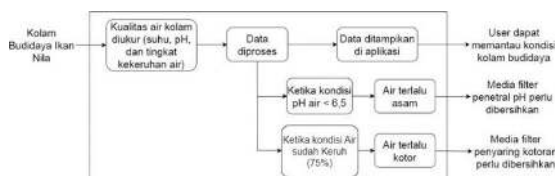
Sistem *monitoring* kolam sendiri terdiri atas sensor pH-4502C, sensor suhu DS18B20 dan juga sensor turbidity SEN0189. Data pemantauan dari kolam ikan akan dikirim ke *database Thingspeak* melalui mikrokontroler Arduino Uno R3 WiFi yang dihubungkan dengan modul GSM. Sistem *monitoring* bertugas dalam pengawasan kondisi air kolam sehingga pemantauan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Diagram skematik sistem *monitoring* dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



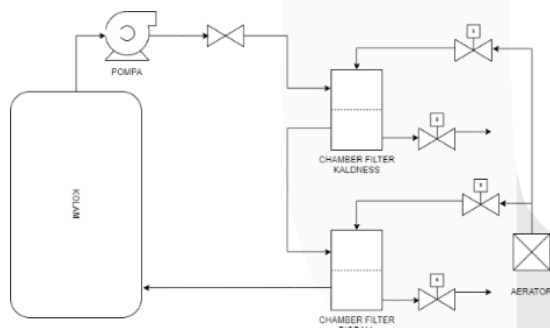
GAMBAR 1.
Skematik Sistem Monitoring.

B. Sistem Kontrol

Pengukuran oleh sensor akan dijadikan sebagai input, kemudian diproses oleh mikrokontroler yang akan memproses, serta mengatur aktuator yang meliputi pompa air, *solenoid valve* dan pompa udara (aerator) melalui komponen *relay* yang bertugas sebagai saklar. Gambar 2 menunjukkan blok *flow* sistem kontrol serta diagram P&ID sistem. Pada prinsipnya, sistem akan berjalan dengan melakukan *monitoring* yang hasil pembacaannya akan diperiksa dan *self-maintenance* dengan pembersihan media filter akan dijalankan ketika nilai pembacaan memenuhi kondisi yang diprogramkan.



GAMBAR 2(a).
Blok Flow Sistem Kontrol.



GAMBAR 2(b).
Diagram P&ID Sistem.

III. METODE

A. Kalibrasi Sensor DS18B20

Definisikan singkatan dan akronim saat pertama kali digunakan dalam teks, bahkan setelah didefinisikan dalam abstrak. Jangan menggunakan singkatan dalam judul kecuali jika tidak dapat dihindari.

Sensor suhu DS18B20 dikalibrasi dengan menggunakan perbandingan pengukuran suhu oleh sensor dengan *thermal gun* dan melakukan verifikasi sebelum kemucian nilai faktor kalibrasi dapat diperoleh, dengan memasukkan data pengukuran pada persamaan (1). Data acuan merupakan data yang didapatkan dari pengukuran menggunakan *thermal gun*.

$$\text{Faktor Kalibrasi} = \frac{\text{Data Acuan}}{\text{Data Sensor}} \quad (1)$$

TABEL 1.

Data Kalibrasi Sensor DS18B20.

Sensor 1	Sensor 2	Termo Digital	Faktor Kalibrasi Sensor 1	Faktor Kalibrasi Sensor 2	Sensor 1 Terkalibrasi	Sensor 2 Terkalibrasi	Error Sensor 1	Error Sensor 2
9,5	9,75	9,25	0,97	0,95	9,41	9,56	2%	3%
13,06	13,19	13,7	1,05	1,04	12,93	12,92	6%	6%
16,31	16,62	16,4	1,01	0,99	16,15	16,29	2%	1%
19	19,13	19,1	1,01	1,00	18,81	18,74	2%	2%
24,44	24,69	24,4	1,00	0,99	24,20	24,20	1%	1%
25,12	25,25	24,6	0,98	0,97	24,87	24,75	1%	1%
30	30,19	29,1	0,97	0,96	29,70	29,58	2%	2%
35	35,25	34,4	0,98	0,98	34,65	34,55	1%	0%
41,8	41,93	41,1	0,98	0,98	41,38	41,09	1%	0%
50,94	51,13	50,8	1,00	0,99	50,43	50,10	1%	1%
Rata-Rata Kalibrasi			0,99	0,98	Rata-Rata Persentase Error		2%	2%

Data yang diperoleh dari pengukuran kalibrasi dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai persentase *error* ini diperoleh dari persamaan (2), dimana nilai sebenarnya merupakan nilai yang didapatkan melalui pengukuran dengan *thermal gun*, dan nilai hampiran didapatkan dari pengukuran sensor suhu yang digunakan.

$$\text{Error} = \frac{|\text{Nilai sebenarnya} - \text{nilai hampiran}|}{\text{nilai sebenarnya}} \quad (2)$$

B. Kalibrasi Sensor SEN0189

Metode yang digunakan untuk melakukan kalibrasi pada sensor kekeruhan SEN0189 adalah metode klasifikasi. Identifikasi kondisi air pada kolam ikan dilakukan dengan berbasis visibilitas. Untuk mendapatkan *sample*, dilakukan pencampuran air jernih dengan air keruh dan membaginya menjadi 8 data seperti pada Tabel 2.

TABEL 2.
Data Kalibrasi Sensor SEN0189.

Tegangan (V)	Keterangan Air	Kekeruhan (%)
4,5	sangat jernih	0,00
4,27	1/8 keruh	12,99
4,09	2/8 keruh	23,16
3,82	3/8 keruh	38,42
3,615	4/8 keruh	50,00
3,49	5/8 keruh	57,06
3,21	6/8 keruh	72,88
3,05	7/8 keruh	81,92
2,73	Sangat keruh	100,00

Untuk mengkonversi nilai tegangan yang didapatkan dengan batas atas 4,5 V dan batas bawah 2,73 V menjadi rentang 0 – 100% dimana 4,5 V sama dengan 100 dan 2,73 V sama dengan 0, digunakan rumus konversi seperti pada persamaan (3). Pada persamaan (3), variabel *y* merupakan kekeruhan dalam bentuk persen, dengan acuan klasifikasi yang telah dilakukan. Sedangkan *x* merupakan nilai tegangan yang didapatkan oleh sensor. Sehingga, nilai tegangan dari data yang diperoleh dapat dikonversi menjadi nilai kekeruhan dalam bentuk persen.

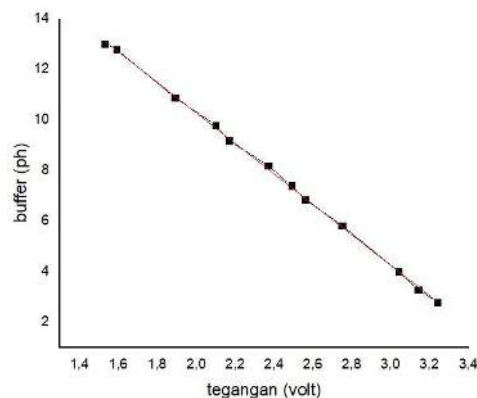
$$y = 100 - \left(\frac{(x-2,73)}{(4,5-2,73)} \times 100 \right) \quad (3)$$

C. Kalibrasi Sensor pH-4502C

Pengujian sensor pH-4502C dilakukan dengan menghitung nilai tegangan pada larutan yang telah diketahui nilai pH nya menggunakan pH meter.

TABEL 3.
Data Kalibrasi Sensor pH-4502C.

Larutan pH	Tegangan (V)	Output pH Sensor pH4502C	Persentase Error
2,8	3,24	2,8	0%
3,3	3,14	3,4	3%
4,01	3,04	4,02	0%
5,83	2,75	5,75	1%
6,86	2,56	6,85	0%
7,4	2,49	7,25	2%
8,2	2,37	8	2%
9,18	2,17	9,08	1%
9,8	2,10	9,6	2%
10,9	1,89	10,86	0%
12,8	1,59	12,65	1%
13,01	1,53	13	0%
Rata-Rata Persentase Error			1%



GAMBAR 3.
Grafik Hubungan Tegangan terhadap pH.

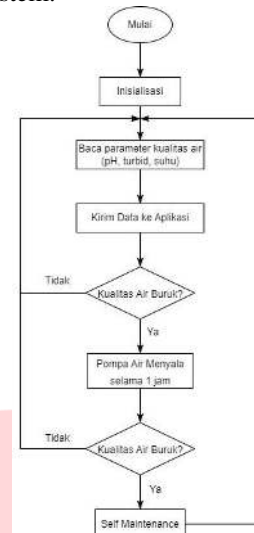
$$y = -6,0315x + 22,35161 \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (4) didapatkan dari grafik tegangan terhadap pH pada Gambar 3, dengan variabel y merupakan nilai dari pH larutan, sedangkan variabel x merupakan nilai tegangan yang didapatkan dari pengukuran sensor pH. Sehingga, nilai persentase *error* yang terhitung dengan persamaan (2) dapat diperoleh, yakni 1%.

D. Rancang Bangun Perangkat Keras Sistem

Secara keseluruhan, prinsip kerja dari sistem ini adalah dengan mendeteksi parameter suhu, pH dan tingkat kekeruhan air. Data pengukuran pH atau tingkat kekeruhan air akan menjadi pemicu kontrol filterisasi dalam sistem. Pengecekan parameter pH maupun tingkat kekeruhan akan dilakukan, kemudian tindakan akan dilakukan sesuai dengan

kondisi yang terpenuhi. Gambar 4 menunjukkan diagram flowchart dari sistem.

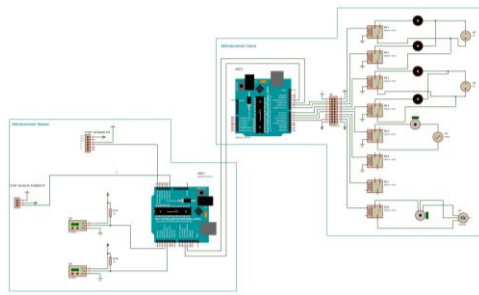


GAMBAR 4(a).
Flowchart Keseluruhan Sistem.

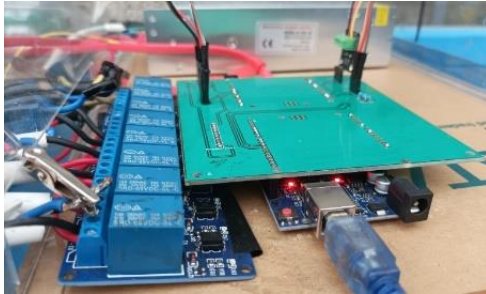


GAMBAR 4(b).
Flowchart Self-Maintenance Sistem.

Self-maintenance utamanya beroperasi dengan menyalakan aerator yang jalurnya disediakan oleh *solenoid valve* dengan memanfaatkan komponen *relay* sebagai saklar. Rancangan sistem dilanjutkan dengan membuat skema elektrik untuk mewujudkan operasi ini, yang kemudian direalisasikan juga dalam PCB yang nantinya diinstalasi pada kolam ikan. Gambar 5 menunjukkan implementasi dari rancang bangun perangkat keras sistem *monitoring* kualitas air dan kontrol pada sistem filterisasi kolam budidaya ikan nila.



GAMBAR 5(a).
Skema Elektrik Sistem.

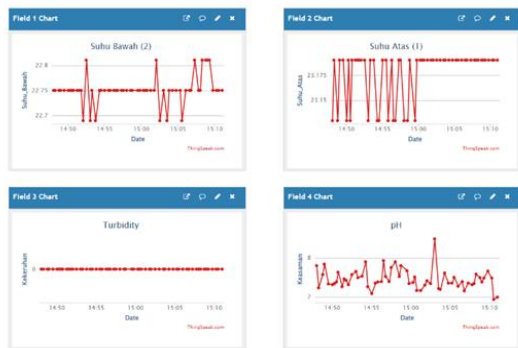


GAMBAR 5(b).
Implementasi Rancang Bangun Sistem.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

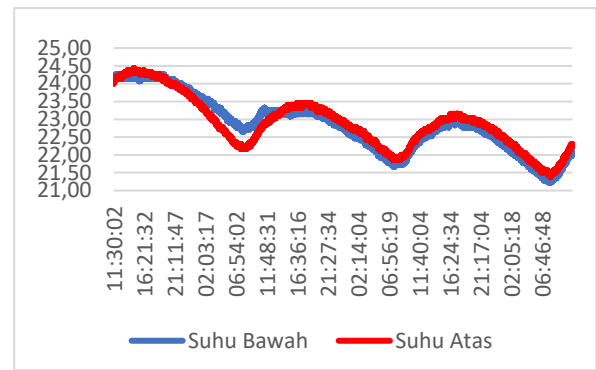
A. Pengujian *Monitoring* Sistem

Pengujian *monitoring* sistem dilakukan dengan menjalankan ketiga jenis sensor pada kolam budidaya ikan nila untuk mengukur parameter kualitas air pada kolam. Selama melakukan pengujian, data pembacaan sensor dikirim menuju *database Thingspeak* dengan tampilan seperti pada Gambar 6 berikut.



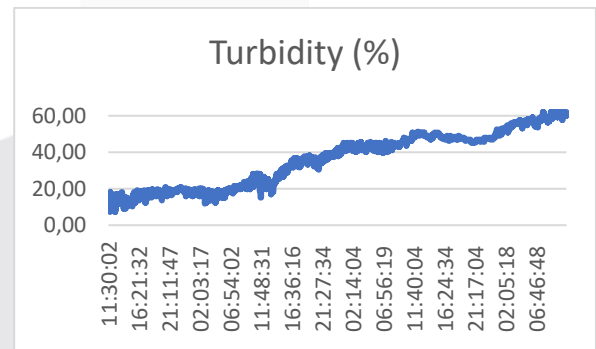
GAMBAR 6.
Tampilan Data pada Thingspeak.

Pengukuran parameter dilakukan secara kontinuitas selama 3 hari, dengan perolehan data pengukuran yang dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



GAMBAR 7.
Hasil Pengujian Monitoring Suhu.

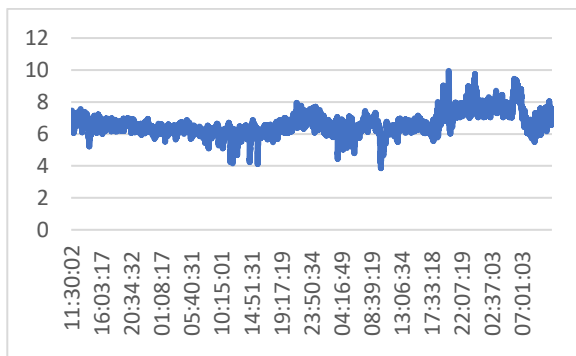
Pada pengukuran suhu di kolam ikan menggunakan dua buah sensor DS18B20 menunjukkan perbedaan data antara permukaan kolam dan juga dasar kolam. Suhu pada permukaan kolam cenderung lebih tinggi dibandingkan suhu pada dasar kolam, hal ini dikarenakan permukaan kolam terpapar sinar matahari dan mudah dipengaruhi oleh perubahan cuaca. Sementara pada suhu permukaan dasar kolam memiliki nilai suhu yang lebih rendah karena kurang terkena sinar matahari yang tidak mendapatkan sinar matahari secara langsung. Kolam dengan volume air yang besar akan membutuhkan lebih banyak energi termal untuk menaikkan suhu secara signifikan, sedangkan kolam yang dangkal akan lebih rentan terhadap perubahan suhu sekitar. Selain itu, sirkulasi air di kolam dapat memengaruhi distribusi panas secara keseluruhan. Jika sirkulasinya baik, air hangat dari permukaan akan bergerak dan bercampur dengan lapisan air yang lebih dalam, mendistribusikan panas secara merata ke seluruh kolam. Sebaliknya, sirkulasi yang buruk dapat menyebabkan stratifikasi suhu, di mana lapisan air bagian atas menjadi jauh lebih hangat daripada lapisan air yang lebih dalam.



GAMBAR 8.
Hasil Pengujian Monitoring Kekeruhan.

Pengukuran tingkat kekeruhan air pada kolam ikan pada Gambar 8 diawali dengan nilai yang berada di kisaran 9 – 15%. Perlahan, nilai ini semakin naik seiring berjalannya waktu hingga pada kisaran 60%, dengan fluktuasi yang cukup besar. Faktor utama yang dapat mempengaruhi fluktuasi ini tentunya merupakan kondisi lingkungan, dimana sensor diletakkan pada ekosistem makhluk hidup yang memiliki aktivitasnya tersendiri. Kenaikan tingkat kekeruhan ini juga sejalan dengan lamanya waktu pengambilan data. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi kekeruhan air merupakan pakan ikan yang diberikan. Maka dari itu, semakin hari

tingkat kekeruhan air semakin naik. Meskipun sebenarnya angka yang didapatkan oleh sensor ini belum termasuk dalam indikasi kotor atau keruh yang ditentukan, yakni 75%. Jika bergantung pada visibilitas, air kolam dapat dikatakan sangat kotor berdasarkan warna air pada kolam. Namun perlu diingat bahwa sensor ini bukanlah mendeteksi warna pada air, melainkan partikel yang ada dalam air. Pada kenyataannya, kotoran ikan cenderung menempel pada dinding kolam sehingga terkadang, secara visual air di kolam ikan sudah sangat kotor namun sensor tidak mendeteksi adanya partikel yang menyebar pada air karena kotoran yang cenderung melekat di dinding.



GAMBAR 9.

Hasil Pengujian Monitoring pH.

Pada pengukuran pH, dapat diketahui bahwa kadar pH pada air menurun secara bertahap, seiring berjalannya waktu seperti yang ditampilkan pada Gambar 9. Dalam perubahan kadar pH dalam air kolam ikan, data pengukuran yang didapatkan cenderung fluktuatif. Pada pengukuran pH menggunakan sensor secara *real time*, ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pembacaan variabel pH. Fluktuasi dalam pembacaan dapat dipengaruhi oleh lingkungan yang berinteraksi dengan *probe* sensor pH. Pada sensor pH, terdapat probe yang memiliki elektroda kaca yang dilengkapi dengan larutan HCL, yang memiliki kepekaan terhadap larutan H_3O^+ pada larutan sehingga kadar pH dapat diketahui [4]. Pembacaan oleh elektroda dalam *probe* dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, tekanan, kontaminasi dan pencemaran larutan, dan lainnya. Maka dari itu, banyak hal yang dapat menjadi faktor yang mempengaruhi pembacaan nilai pH pada kolam ikan, dimana ikan tersebut melakukan ekskresi. Salah satu faktor kondisi lingkungan yang juga mempengaruhi kadar pH dalam air yaitu pakan ikan. Jumlah pakan ikan yang meningkat dapat menyebabkan peningkatan eutrofikasi yang diikuti dengan peningkatan fitoplankton, dan hal inilah yang dapat mempengaruhi fluktuasi pH air dalam kolam [5].

Selain itu, kadar CO_2 juga merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi nilai pH. Ketika siang hari, kenaikan pH menunjukkan terjadinya proses kimia dan biologi berupa proses fotosintesis dari fitoplankton, mikroalga, dan tanaman air lainnya yang menghasilkan O_2 , sehingga nilai pH air kolam tersebut naik [6]. Adanya fluktuasi dalam pembacaan pH dapat dipengaruhi juga oleh suplai arus, yang mana arus yang digunakan adalah 4A untuk mikrokontroler penyuplai sensor. Arus yang dibutuhkan oleh mikrokontroler sendiri bergantung pada penggunaan sensor dan juga komponen lain yang dikendalikan dan diproses oleh mikrokontroler. Pada sistem ini, mikrokontroler bertugas untuk menyuplai empat

buah sensor, dan juga *relay* yang memiliki tegangan suplai lain dari luar, yakni dari *VDC Power Supply*, dan juga suplai VAC. Hal ini dapat mempengaruhi kebutuhan arus oleh mikrokontroler, sehingga dapat menyebabkan pembacaan salah satu sensor menjadi fluktuatif.

B. Pengujian Kontrol Sistem

Kontrol sistem dijalankan setelah dilakukan *monitoring* parameter kualitas air selama 3 hari. Pada Gambar 10, dapat dilihat bahwa terapat perubahan yang signifikan pada saat pembersihan dilakukan, meliputi penyalan pompa selama 1 jam dan sistem *self-maintenance*.



GAMBAR 10.

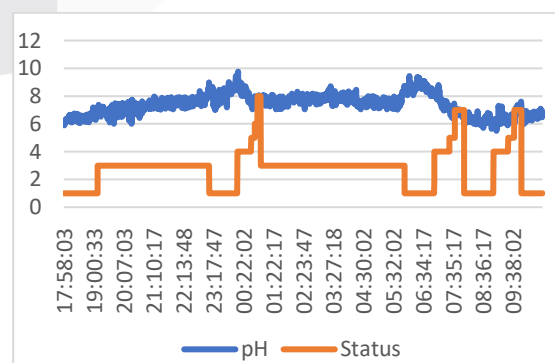
Kondisi Kolam Ikan Sebelum (Kiri) dan Sesudah (Kanan) Sistem Berjalan

Kontrol sistem dijalankan selama kurang lebih 1 hari. Dalam 1 hari, nilai pH dan juga tingkat kekeruhan terlihat mengalami perubahan menjadi lebih baik seperti pada Gambar 11. Kemudian, kode status juga terkirim dari mikrokontroler menuju *database* dengan keterangan yang terlampir pada tabel 4.

TABEL 4.

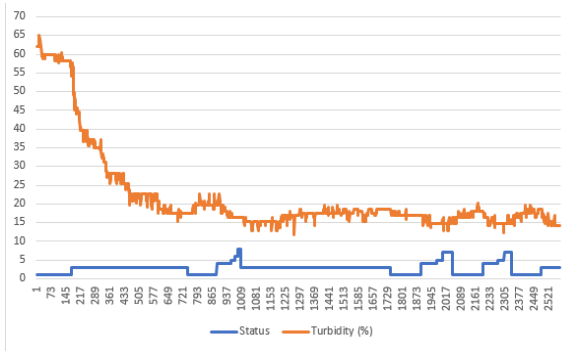
Kode Status dalam Sistem

Kode status	Kondisi
1	Pompa menyala.
2	<i>Self-maintenance</i> berlangsung.
3	Variabel pH dan kekeruhan berada di rentang yang aman untuk ikan nila.
4	Pembersihan media filter <i>kaldness</i> .
5	Pembersihan media filter <i>bioball</i> .
6	Interval persiapan pembuangan kotoran ikan
7	Pembuangan kotoran ikan
8	<i>Self-maintenance</i> telah selesai.



GAMBAR 11(a).

pH Setelah Kontrol Sistem Berjalan.



GAMBAR 11(b).
Kekeruhan Setelah Kontrol Sistem Berjalan.

V. KESIMPULAN

Rancang bangun perangkat keras sistem *monitoring* kualitas air dan kontrol pada sistem filterisasi kolam budidaya ikan nila berbasis aplikasi telah berhasil dijalankan dengan komponen yang mampu bekerja sesuai dengan perintah yang diberikan, kemudian pengiriman data menuju *database* juga telah berjalan dengan baik. Kadar pH dan tingkat kekeruhan air menjadi lebih baik setelah adanya filterisasi dan juga pembersihan otomatis atau *self-maintenance*, meskipun dalam suatu waktu *self-maintenance* dapat dijalankan lebih dari satu kali tergantung dari hasil pembacaan sensor. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara otomatis dalam melakukan *monitoring* dan juga kontrol dengan baik dan efektif, dibuktikan oleh grafik parameter nilai pH dan tingkat kekeruhan air yang perlahan membaik setelah sistem dijalankan.

REFERENSI

- [1] E. A. T. E. RR.Vanya Rhossitha Diansari, "Pengaruh Kepadatan Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Sistem Resirkulasi Dengan Filter Zeolit," vol. 2, no. 3, pp. 37-45, 2013.
- [2] F. F. M. A. D. S. Dewy Septiyanti Yolanda, "Distribusi Nitrat, Oksigen Terlarut Dan Suhu

- Di Perairan Socah-Kamal Kabupaten Bangkalan," vol. 9, no. 2, pp. 93-98, 2016.
- [3] B. S. N. N. Rezki, "Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Air Berdasarkan pH Air dan Kekeruhan," vol. 9, no. 3, pp. 297-303, 2014.
- [4] K. S. W. I. M. A. D. S. I Putu Yoga Pramesia Pratama, *Perancangan PH Meter Dengan Sensor PH Air Berbasis Arduino*, vol. 3, no. 2, pp. 1-9, 2022.
- [5] ., M. M. M. M. K. Supriatna, "Hubungan Ph Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*)," vol. 4, no. 3, pp. 1-7, 2020.
- [6] N. Y. R. A. d. S. E. W. Meilinda Pramleonita, "Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*)," vol. 8, no. 1, pp. 24-34, 2018.