



Rancang bangun sistem *monitoring* dan kontrol pH air untuk budidaya ikan lele

Ari Rahayuningtyas*, Diang Sagita, Novita Dwi Susanti

Pusat Riset Teknologi Tepat Guna, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Subang, Indonesia

Article history

Diterima:

22 Maret 2022

Diperbaiki:

4 April 2022

Disetujui:

17 Juni 2022

Keyword

Catfish;

monitoring system;

pH controller;

water quality

ABSTRACT

One of the water quality parameters that are important to consider in fish farming is pH. Unstable pH conditions can cause a decrease in water quality and cause fish to harvest less than optimal yields. Under certain conditions, there is an extreme change in the pH value, so it needs to be normalized again. This study aims to design a monitoring and control system of pH for catfish farming. The control system consisted of an SKU SEN0161 type pH sensor, equipped with two pumps to automatically flow alkaline and acidic pH solutions. The design method used was the prototyping method, i.e. Listen to Customer (Design criteria collection), Design and Build Prototype, and Test Drive and Evaluation. Based on the static characteristic test on the pH sensor, it was found that the pH sensor reading error was 0.11 with a deviation of 0.03. A small error value indicates that the sensor has high accuracy and a little deviation value indicates that the sensor has a high level of precision. For the repeatability test with an interval measurement of 5 minutes, the sensor measurement had a deviation of 0.01. The performance test of the pH control system showed that the system had been able to control the pH according to the set point (6 and 7.5), both under acidic conditions (pH 5.4) and under alkaline conditions (pH 8). The system had also been able to store and display data on Android devices in real-time (24 hours non-stop) via an internet connection, making it easier to monitor by users. It was also found that catfish can grow well at pH 6.5-8.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : arirahayuningtyas@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v17i1.14129

PENDAHULUAN

Kondisi kualitas air mempunyai peran yang sangat penting bagi keberhasilan budidaya ikan. Air sebagai habitat hidup ikan harus dalam kondisi yang optimal baik dari aspek jumlah maupun mutu. Menurut Su *et al.* (2020), terdapat faktor penting yang berpengaruh pada akuakultur yaitu, parameter fisik seperti, pH, suhu, kadar oksigen terlarut, kadar garam (nutrisi), kontaminasi organik, kandungan biokimia seperti cyanotoxin dan kontaminasi biologis seperti bakteri patogen. Salah satu indikator kuat dalam menentukan kualitas air kolam budidaya adalah derajat keasaman (pH). Ikan air tawar sebagian besar hidup baik dengan kisaran pH sedikit asam hingga netral pada nilai pH 6,8 – 7,8. Titik kematian ikan pada pH asam adalah 4 dan pada pH basa adalah 11, Sedangkan untuk perkembangbiakan tingkat keasaman yang baik ialah pada pH 6,4 – 7,0 sesuai dengan jenis ikannya (Mulyadi, 1997).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas mengenai sistem pengontrolan dan monitoring pH pada budidaya diantaranya Baskoro *et al.* (2021) menerangkan bahwa sistem pengontrolan pH menggunakan sensor pH SEN0161 yang telah dibuat mampu menjaga kestabilan pH yaitu 6,4-7. Mufida *et al.* (2020) merancang alat pengontrol pH dengan sensor pH 4502c berhasil mendeteksi pH air bernutrisi yang akan diberikan ke tanaman hidroponik dengan range 5,5 sampai 6,5. Supriadi *et al.* (2019) telah merancang sistem otomatisasi dan pengontrol pH dengan menggunakan kontrol proporsional dengan menjaga nilai pH 6,5-8 dan suhu 18-30°C, diperoleh respon waktu tercepat pada 25,5 detik untuk pH dan 473,5 detik untuk suhu. Pancawati dan Yulianto (2016) telah merancang sistem kontrol pH nutrisi otomatis dengan metode *Fuzzy Logic Controller*. Performasi respon sistem terbaik dari implementasi *Fuzzy Logic Controller* terdapat pada sistem yang memiliki 25 aturan. Dihasilkan *rise time* 1200 *milisecond* dan *time settling* pada waktu ke 5530 *milisecond* untuk menaikkan pH. Sedangkan untuk menurunkan pH, respon sistem menunjukkan *rise time* pada waktu 2000 *milisecond* dan *time settling* pada waktu 3000 *milisecond*. Sistem mampu mempertahankan pH sebesar 5. Azhra dan Anam (2020) mendesain kontrol sistem kualitas air salah satunya adalah pH, sistem dapat mengontrol kondisi kolam dari jarak jauh dengan akurasi sensor sekitar 80%. Hadiatna dan Susana (2019) telah merancang pH

meter cerdas untuk mengukur nutrisi tanaman, mampu digunakan selama lebih dari 24 jam. Sensor pH yang digunakan adalah FIT0348, koefisien determinasi pada rangkaian pengkondisi sinyal yang dirancang 0,9999 dengan Kesalahan pengukuran $\pm 0,01$. Kelemahan penelitian-penelitian yang telah dijelaskan tersebut adalah belum menggunakan sistem monitoring sedangkan penelitian yang dikembangkan ini menggunakan sistem monitoring dengan data parameter dari hasil pengukuran dapat disimpan dan ditampilkan dengan baik pada perangkat Android melalui koneksi internet.

Rahayuningtyas *et al.* (2021) telah berhasil membuat sistem monitoring kualitas air berbasis Android, namun belum sampai pengembangan kontrol pH. Sistem monitoring juga dikembangkan oleh Ramadhan *et al.* (2020) sebagai sistem pakar untuk pemantauan dan klasifikasi kualitas air. Dalam hal ini, sistem hanya berfungsi untuk memantau dan tidak sampai mengontrol kualitas air. Syaifudin dan Akbar (2021) telah melakukan monitoring sirkulasi air pada kolam ikan nila namun belum dilengkapi dengan sistem pengontrol pH air.

Untuk mempermudah aktifitas operator dalam melakukan monitoring perubahan nilai pH pada air kolam telah dilakukan beberapa penelitian antara lain sistem yang mampu memonitoring perubahan pH air pada budidaya tambak dan mengirimkan peringatan melalui SMS *Gateway* ke *handphone* petani tambak (Pratama *et al.*, 2019; Wahyuni *et al.*, 2020). Kelemahan penelitian tersebut adalah pengiriman informasi melalui SMS tidak praktis dan memerlukan biaya yang lebih besar untuk setiap pengiriman SMS, sedangkan pada penelitian yang dikembangkan ini menggunakan paket data via android yang lebih murah, jangkauan luas dan mudah diakses.

Selama ini permasalahan yang dihadapi oleh para pembudidaya ikan adalah masih melakukan pengamatan perubahan pH air secara manual demikian juga dalam melakukan penambahan atau pengurangan pH untuk menormalkan kondisi pH air, masih secara manual. Dengan adanya permasalahan yang dihadapi oleh para pembudidaya ikan ini maka diperlukan penelitian mengenai rancang bangun sistem monitoring dan pengontrol pH air kolam secara otomatis. Sistem penelitian ini dirancang agar dapat mengontrol pH sesuai set point, serta data pH air dapat disimpan pada *SD card* untuk keperluan *database*, selain itu

sistem ini dapat dimonitoring secara *real time* menggunakan aplikasi *Blynk*, dimana aplikasi *Blynk* ini mengambil data dari internet dan dapat dimonitoring melalui *platform* Android dari mana saja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memonitoring secara *real time* dan mengontrol perubahan nilai pH air kolam yang ekstrim sehingga tidak mengganggu budidaya ikan lele.

METODE

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium, dengan spesifikasi kolam ikan berupa bak berbentuk lingkaran berbahan plastik *fiber* dengan diameter 1 m dan volume air 200 L. Sampel ikan lele berjumlah sekitar 50 ekor, sistem dilengkapi dengan pompa untuk mensirkulasikan air kolam. Metode penelitian yang digunakan adalah rancang bangun peralatan yang terdiri dari elektrik dan mekanik. Rancangan sistem elektrik terdiri dari: 1) sistem pengontrol pH terdiri dari sebuah sensor pH tipe SKU: SEN0161, 2) mikrokontroler Arduino Mega, 3) pompa Up dan down untuk cairan pH, 4) *NodeMCU* ESP8266, 5) power supply, 6) aplikasi *Blynk*. 7) perangkat lunak untuk pengkodean adalah Arduino IDE. Sedangkan rancangan sistem mekanik terdiri dari: 1) kolam untuk budidaya ikan lele, 2) pompa sirkulasi air, 3) wadah penampung cairan pH basa dan asam. Tahapan dari kegiatan penelitian ini meliputi tiga tahapan yaitu *Listen to Costumer* (pengumpulan kriteria desain), *Design and Build Prototype* (perancangan dan pembangunan prototipe), dan *Test Drives and Evaluation* (uji coba dan evaluasi).

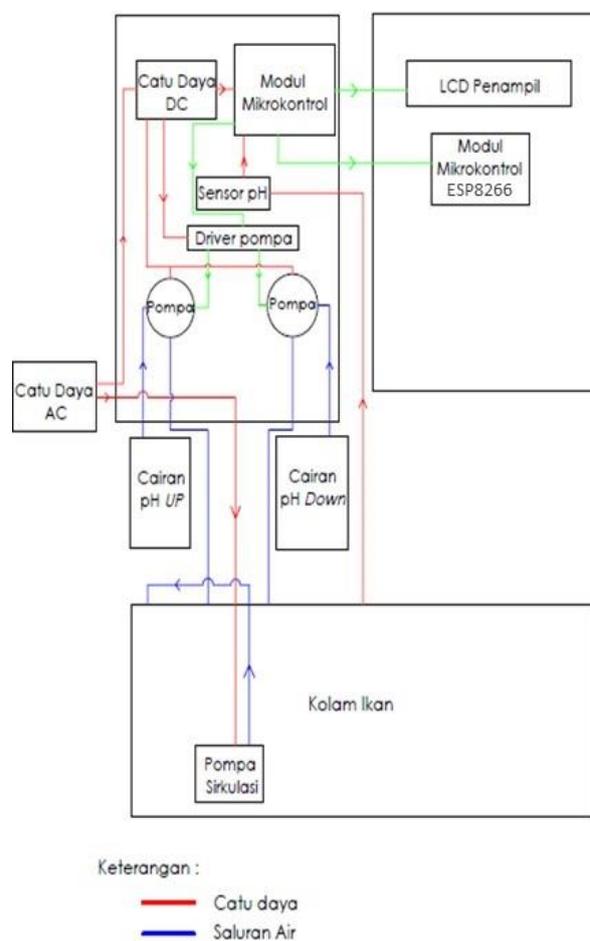
Listen to Costumer

Pada tahap ini, penggalan informasi dilakukan terhadap pembudidaya ikan terkait permasalahan yang terjadi pada proses budidaya ikan lele baik melalui studi literatur maupun dengan wawancara langsung/ kuisisioner kepada peternak ikan lele di wilayah Subang, Jawa Barat. Selanjutnya dilakukan penyusunan dan penyiapan kebutuhan sistem yang akan dibangun. Pada tahap ini ditemukan adanya kendala yang dialami oleh pembudidaya bahwa perubahan pH air pada kolam di waktu tertentu mengalami perubahan ekstrim, sehingga perlu dilakukan penambahan atau pengurangan pH agar kondisi pH air menjadi normal untuk pemeliharaan ikan dan pengamatannya masih dilakukan secara manual. Sehingga perlu dirancang bangun sistem monitoring dan pengontrol pH melalui

pemanfaatan konektivitas internet dengan menggunakan mikrokontroler Arduino berbasis *web/smartphone*.

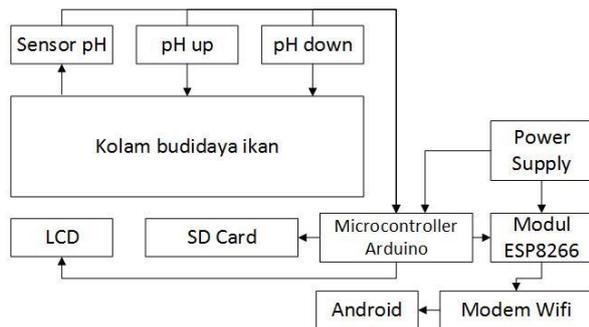
Design and Build Prototype

Tahap ini dilakukan setelah perumusan masalah dan penyusunan alternatif solusi selesai dilakukan. Solusi yang ingin dibangun adalah mengembangkan sistem monitoring dan kontrol pH air pada kolam ikan lele. Sketsa konsep dari perlakuan pengukuran pH dapat ditampilkan sesuai Gambar 1.



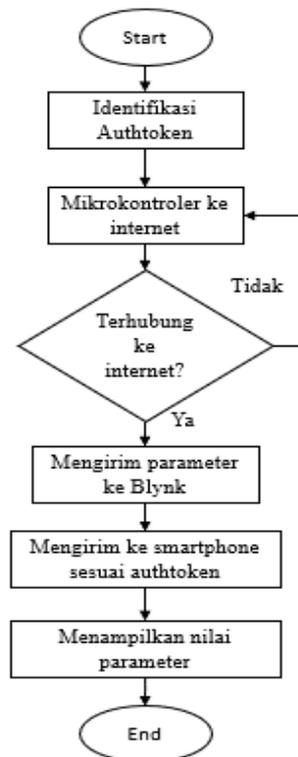
Gambar 1 Sketsa konsep pengukuran pH

Dalam pembuatan prototipe dari sistem ini, berbagai komponen dibutuhkan khususnya komponen pemroses data (mikrokontroler) dan sensor-sensor. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Mega, sedangkan sensor yang digunakan yaitu sensor pH tipe SKU: SEN0161. Kebutuhan komponen lainnya yaitu *power supply*, *display* LCD, *SD card*, jaringan internet dan perangkat Android sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



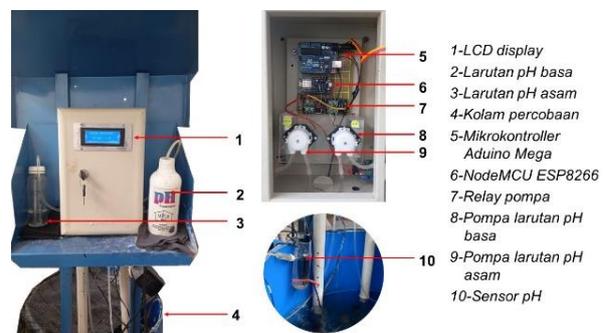
Gambar 2 Diagram blok sistem

Gambar 2 merupakan ilustrasi sistem pada budidaya ikan dalam penelitian ini menggunakan ikan lele. Pada penelitian ini digunakan ikan lele dikarenakan memiliki toleransi tinggi terhadap lingkungannya dan dapat hidup pada rentang suhu yang cukup besar antara 14 – 38°C, keasaman atau pH yang baik bagi ikan lele adalah 6,5 – 8, pH yang kurang dari 5 atau lebih dari pH 11 sangat buruk bagi lele, karena bisa menyebabkan penggumpalan lendir pada insang bahkan menimbulkan kematian (BSN, 2014), sehingga pada algoritma sistem diatur nilai pH normal 6 – 7,5. Jika sensor pH mendeteksi bahwa Nilai pH \leq 6 maka akan mengaktifkan pompa pada cairan pH Up, sedangkan jika nilai pH \geq 7,5 maka akan mengaktifkan pompa pada cairan pH Down. Mikrokontroler menerima masukan data dari sensor pH, melakukan perhitungan persamaan secara otomatis, menampilkan data ke layer LCD. Terdapat *SD card* yang terhubung dengan mikrokontroler untuk menyimpan data setiap 10 detik. Data juga dapat diakses menggunakan *Android platform* via komunikasi internet. Untuk mengakses aplikasi dibutuhkan *authentication user*, sehingga pengguna dapat mengakses sistem akuaponik yang terhubung dengan aplikasi *Blynk* yang merupakan *platform* dengan iOS dan aplikasi *Android* untuk mengontrol *Arduino* melalui Internet. *Blynk* mendukung perangkat keras pilihan *user* berupa *Arduino* yang terhubung ke Internet melalui Wi-Fi, Ethernet, atau modul *ESP8266* yang merupakan *SoC (System on Chip)* dengan *stack protocol TCP/IP* yang telah terintegrasi, sehingga mudah diakses menggunakan mikrokontroler melalui komunikasi serial 802.11 b/g/n *Wi-Fi Direct (P2P)*. Modul *Wi-Fi ESP8266* dapat berfungsi sebagai host maupun sebagai modul transfer data dalam jaringan Wi-Fi. *Blynk* akan membuat *user online* dan siap untuk Internet Of Things. Komunikasi perangkat dengan aplikasi *Blynk* dapat ditampilkan sesuai Gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir komunikasi perangkat ke *Blynk Android*

Hasil pengembangan prototipe sistem monitoring dan pengontrol pH pada kualitas air untuk budidaya ikan lele disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa sistem terdiri dari panel kontrol berisi rangkaian elektrik untuk pengontrolan sensor pH, mikrokontroler *Arduino Mega*, *NodeMCU ESP8266*, pompa untuk mengalirkan larutan pH basa dan asam, penyimpanan data (*sd card*) dan *power supply*. Kolam ikan dilengkapi dengan pompa air dan saluran pembuangan.



Gambar 4 Prototipe sistem monitoring dan pengontrol pH untuk budidaya ikan lele

Test drives and evaluation

Uji coba dilakukan terhadap sensor pH untuk mengetahui tingkat akurasi dan presisinya, karakteristik pembacaan sensor pH, kemampuan

SD Card dalam menyimpan data dan mengirimkan data via aplikasi *Blynk* Android.

Karakteristik statis suatu alat ukur adalah karakteristik yang harus diperhatikan apabila alat tersebut digunakan untuk mengukur suatu kondisi yang tidak berubah karena waktu atau hanya berubah secara lambat laun (Nugraha dan Ramadhan, 2018). Pada penelitian ini uji karakteristik statik dilakukan terhadap sensor pH tipe SKU SEN0161. Uji yang dilakukan meliputi akurasi, *repeatability* atau pengulangan dan presisi. Nilai presisi sensor merupakan nilai penyimpangan (standar deviasi) pembacaan sensor terhadap nilai sebenarnya diperoleh dari Persamaan 1.

$$\sigma = \sqrt{v} = \sqrt{\frac{d1^2 + d2^2 + \dots + dn^2}{n-1}} \quad (1)$$

Dimana, σ adalah standar deviasi, v adalah varian, d adalah selisih antara pembacaan sensor dengan nilai rata-rata, dan n adalah jumlah sampel.

Uji kinerja pengontrol dilakukan untuk melihat kebutuhan waktu untuk mencapai pH target. Pada penelitian ini respon sensor pH yang diukur adalah waktu untuk mencapai *set point* (*settling time*) dan waktu naik (*rise time*).

Pengujian sistem pengontrol pH dilakukan pada kolam percobaan dengan sampel ikan berjumlah sekitar 50 ekor pada kolam percobaan dengan volume air sekitar 200 liter. Respon yang terjadi pada kulit ikan diamati juga pada saat pH di luar batas normal (pH normal 6 – 7,5).

Pengujian berikutnya yaitu penerapan sistem secara langsung yang dilakukan pada kolam percobaan selama 24 jam dari jam 08.00 sampai jam keesokan harinya. Langkah-langkah uji coba dimulai dari pemasangan unit pengontrol pH, menghubungkan adaptor 12 Volt dengan sumber listrik PLN, mengaktifkan koneksi internet dan mengaktifkan aplikasi *Blynk* pada perangkat Android sehingga akan ditampilkan nilai pH secara *real time*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba karakteristik statik sensor pH dengan pengambilan data sebanyak 10 kali, Analisa yang dilakukan meliputi akurasi, *repeatability* atau pengulangan dan presisi.

Akurasi sensor pH

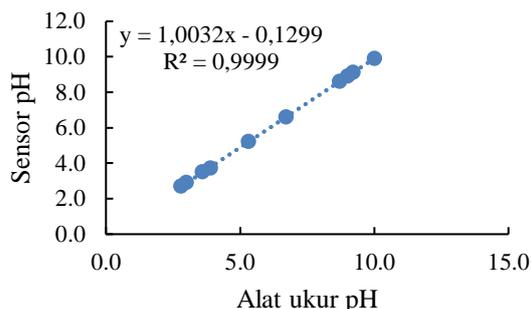
Akurasi sensor pH diperoleh dengan membandingkan hasil pembacaan sensor pH dengan alat ukur standar pH Meter tipe pH-80 Hydrotester dengan akurasi pembacaan $\pm 0,2$, dapat dilihat pada table berikut.

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa pembacaan sensor memiliki perbedaan nilai pembacaan jika dibandingkan dengan alat ukur standar. Besarnya nilai rata-rata persentase error pada pengukuran pH sebesar 2,32%. Pada penelitian Megawati *et al.* (2020) terkait pengujian sensor pH untuk air murni, diperoleh rata-rata persentase error sebesar 6,97% dan 2,59% untuk air basa. Besarnya galat sensor rata-rata adalah 0,11 dengan deviasi sebesar 0,03 sehingga untuk meningkatkan akurasi diperlukan koreksi terhadap perbedaan pembacaan nilai tersebut.

Tabel 1 Perbandingan pembacaan sensor pH dengan alat ukur terstandar

No	Sensor pH	Alat ukur pH standar	Galat
1	2,8	2,7	0,1
2	3,0	2,9	0,1
3	3,6	3,5	0,1
4	3,9	3,7	0,2
5	5,3	5,2	0,1
6	6,7	6,6	0,1
7	8,7	8,6	0,1
8	9,0	8,9	0,1
9	9,2	9,1	0,1
10	10,0	9,9	0,1
Galat rata-rata			0,11
Standar deviasi			0,03

Koreksi dibuat dengan mengkorelasikan antara pembacaan sensor dengan nilai pH sebenarnya. Menurut Islam dan Mukhopadhyay, (2019) banyak sensor menunjukkan respon *non linearity* nya dengan parameter-parameter pengukuran yang berbeda-beda. Beberapa sensor menunjukkan hasil yang linier pada range tertentu. Gambar 5 menunjukkan hasil korelasi pembacaan sensor pH dengan alat ukur standar pH Meter.



Gambar 5 Perbandingan nilai sensor pH dengan alat ukur pH Meter

Dari Gambar 5 terdapat perbedaan hasil pembacaan pengukuran antara sensor dan alat ukur standar, selisih tersebut kemudian dibandingkan untuk mendapatkan persamaan koreksi kalibrasi. Berdasarkan hasil perhitungan, persamaan koreksi $1,0032x - 0,1299$ dapat digunakan untuk mengkalibrasi pengukuran sensor pH dengan nilai R^2 yang tinggi (0,9999).

Repeatability / pengulangan sensor pH dan tingkat presisi

Hasil pengukuran *repeatability* sebanyak 10 kali dengan interval 5 menit disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pembacaan pengulangan sensor pH untuk menentukan tingkat presisi sensor

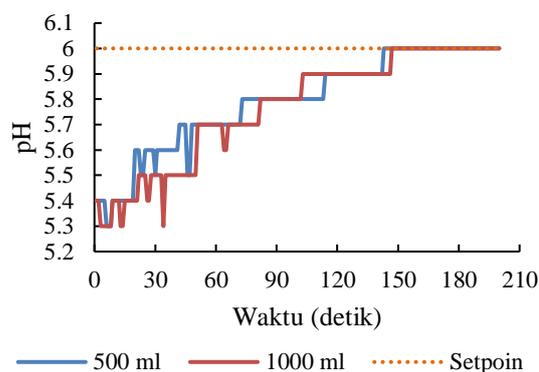
Ulangan	Pembacaan sensor pH
1	6,88
2	6,88
3	6,88
4	6,88
5	6,89
6	6,89
7	6,89
8	6,88
9	6,88
10	6,88
Rata-rata	6,88
Standar deviasi	0,01

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa didapatkan nilai rata-rata hasil pembacaan sensor dengan 10 kali pengulangan setiap 5 menit adalah 6,88 dengan nilai deviasi 0,01. Ini menunjukkan sensor telah memiliki tingkat stabilitas dan presisi tinggi yang ditunjukkan dengan nilai deviasi yang kecil (0,01).

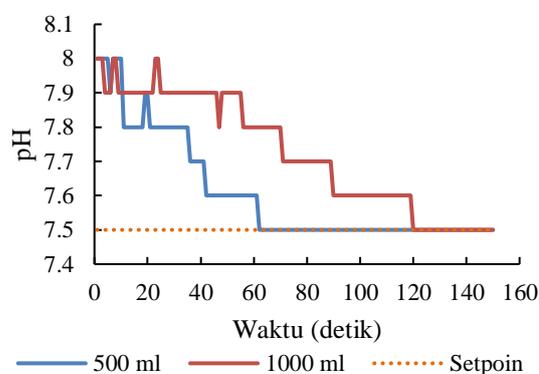
Pengujian sistem kontrol

Uji coba dilakukan pada saat pH air 5,4 dan set point pH 6 dengan menggunakan air bervolume 500 ml dan 1000 ml, serta pada saat pH 8 dan set point pH 7,5, dengan air bervolume 500 ml dan 1000 ml. Hasil dapat dilihat sesuai dengan Gambar 5 dan 6.

Gambar 6 dan 7 menunjukkan profil perubahan nilai pH seiring berjalannya waktu. Parameter nilai *settling time* dan *rise time* berdasarkan kedua grafik ini ditampilkan secara rinci pada Tabel 3



Gambar 6 Grafik Perubahan nilai pH 5,4 ke 6 terhadap waktu



Gambar 7 Grafik Perubahan nilai pH 8 ke 7,5 terhadap waktu

Terlihat bahwa pada perubahan nilai pH dari 5,4 ke 6 pada volume air 500 ml, waktu yang diperlukan untuk mencapai nilai pH yang diinginkan (*settling time*) sebesar 136 detik. Waktu naik (*rise time*) yang dibutuhkan untuk mencapai pH yang diinginkan sebesar 115 detik. Sedangkan pada volume air 1000 ml nilai *setting time* sebesar 140 detik dengan *rise time* 117 detik. Pada perubahan nilai pH dari 8 ke 7,5 pada volume air 500 ml, nilai *setting time* sebesar 59 detik dengan *rise time* 50 detik. Sedangkan pada volume

air 1000 ml nilai *settling time* sebesar 114 detik dengan *rise time* 96 detik. Menurut penelitian Hadiatna *et al.* (2020), pengujian Sensor pH dilakukan di dalam wadah berisi 500 ml air dengan pH 4 sampai dengan 6,5 diperoleh nilai *settling time* sebesar 126 detik dan *rise time* 194 detik.

Pada penelitian sebelumnya, Prakoso dan Radona (2018) melakukan pengamatan performa pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup ikan mas pada perlakuan pH yang berbeda dimana diperoleh pertumbuhan ikan terbaik pada pH 6-7 dan kelangsungan hidup tertinggi pada pH 5-6. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan memberikan perlakuan dari pH 5 sampai dengan pH 11 untuk mengamati perubahan yang terjadi

pada ikan lele (Ndubuisi *et al.*, 2015) menyatakan bahwa pertumbuhan optimal ikan jenis *Clarias gariepinus* pada pH 7, sedangkan pada pH 4,3 – 9,2 ikan mengalami kematian. Diberikan sampel ikan lele dengan kondisi awal normal dengan jumlah 50 ekor pada kolam dengan volume air sekita 200 L, diperoleh data yang ditampilkan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa pada nilai pH antara 6,5 – 8, lele dapat tumbuh dengan baik dan normal, sedangkan pada pH ≤ 4 atau ≥ 11 lele akan mati dengan kulit lecet terkelupas sedangkan pada nilai pH $4 < \text{pH} \leq 6,5$ atau $11 < \text{pH} \leq 8$ lele tidak dapat berkembang dengan baik, pada kulit timbul bercak tidak normal.

Tabel 3 Respon *Settling time* dan *rise time* pada proses pengontrolan pH

Nilai pH	Volume air	Respon waktu	
		<i>Settling time</i> (detik)	<i>Rise time</i> (detik)
5,4 ke 6	500 ml	136	Pada 10% di detik 14, pada 90% di detik 129
5,4 ke 6	1000 ml	140	Pada 10% di detik 15, pada 90% di detik 132
8 ke 7,5	500 ml	59	Pada 10% di detik 6, pada 90% di detik 56
8 ke 7,5	1000 ml	114	Pada 10% di detik 12, pada 90% di detik 108

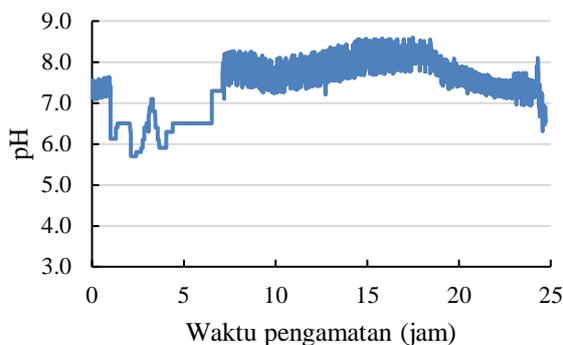
Tabel 4 Kondisi lele dengan variasi nilai pH

pH air	Kondisi ikan		
≤ 4 atau ≥ 11	Ikan mati	Kulit lecet dan terkelupas	
$4 < \text{pH} \leq 6.5$ atau $8 < \text{pH} \leq 11$	Ikan tidak dapat berkembang dengan baik	Timbul bercak pada kulit	
6.5-8	Tumbuh dengan baik	Kulit ikan normal	

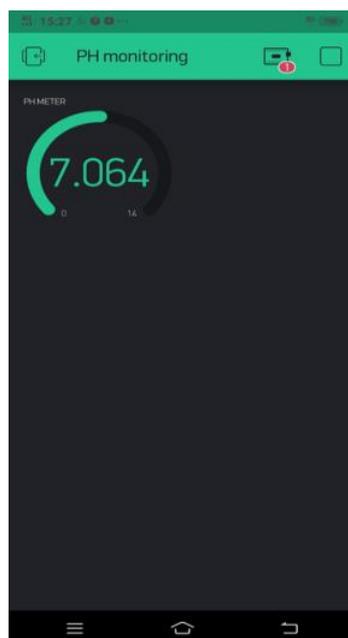
Kinerja lapang sistem monitoring dan kontrol pH air kolam pada budidaya ikan lele

Kinerja sistem pada pengujian lapang ditunjukkan dengan hasil perekaman data selama sekitar 24 jam pada kolam percobaan. Hasil perekaman data disajikan pada Gambar 8, dan screenshot tampilan pemantauan pH melalui aplikasi *blynk* Android disajikan pada Gambar 9.

Berdasarkan Gambar 8, terlihat bahwa profil nilai pH cukup stabil pada kisaran 6-8 sesuai *setpoint* yang diatur agar selalu dalam rentang 6,5-8. Pada jam ke 2, nilai pH turun sampai sekitar 5,5 dikarenakan hujan lebat (hujan yang mengandung asam), pengontrol pH bekerja menaikkan nilai pH sampai pada batas normal yaitu pH 6,5 di jam ke 3. Perekaman dimulai dari pagi sekitar jam 08:00 dan diakhiri pada hari berikutnya.



Gambar 8 Hasil perekaman data pada sistem monitoring kualitas air



Gambar 9 Tampilan sistem monitoring dengan aplikasi *Blynk* pada Android

KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah berhasil dirancang bangun sistem monitoring dan pengontrol pH pada kualitas air untuk budidaya ikan lele, sistem terdiri dari sensor pH SKU SEN0161, dilengkapi dengan pompa untuk mengaktifkan cairan pH Up dan Down secara otomatis, data dapat disimpan dan diakses menggunakan perangkat Android. Galat pembacaan sensor cukup kecil yaitu 0,11 sehingga menunjukkan sensor memiliki akurasi yang tinggi, sementara itu standar deviasi pembacaan sensor pada kondisi air yang sama adalah 0,01 yang menunjukkan bahwa sensor telah memiliki tingkat kepresisian yang tinggi. Sistem pengontrolan pH telah bekerja dengan baik yaitu dapat mencapai setpoint pH setelah beberapa saat dimana semakin banyak volume air di kolam maka kebutuhan waktu *settling* semakin besar. Data parameter hasil pengukuran telah mampu disimpan dan ditampilkan dengan baik pada perangkat Android (platform *Blynk*) melalui jaringan internet sehingga memudahkan *user* dalam meninjau kondisi kolam air ikan lele secara *realtime*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada Rumah Program 3 Pusat Riset Teknologi Tepat Guna BRIN yang telah memberikan pendanaan pada penelitian ini dan kepada tim teknisi yang telah membantu dalam pembuatan prototipe dan pengujian (Pak Teguh Santoso, Pak Edi Junaedi, Pak Dadang Gandara dan Pak Iman Rusim) dan seluruh pihak yang telah mendukung kelancaran kegiatan dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhra, F.H., Anam, C. 2020. IoT-based Automatic Fish Pond Control System. *IPTEK Journal of Proceedings Series* 6, 394-398
<https://doi.org/10.12962/j23546026.y2020i6.11128>.
- Badan Standarisasi Nasional. 2014. Ikan Lele Dumbo (*Clarias sp.*) Bagian 3: Produksi Induk. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Baskoro, F., Gazali, A.M.F.R., Kholis, N., *et al.* 2021. Perancangan sistem pengendalian pH air berbasis arduino uno pada budidaya ikan air tawar. *Jurnal Teknik Elektro* 10, 307–313.

- Hadiatna, F., Dzulfahmi, A., Nataliana, D. 2020. Analisis Penerapan Kendali Otomatis berbasis PID terhadap pH Larutan. *ELKOMIKA* 8, 163
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v8i1.163>.
- Hadiatna, F., Susana, R. 2019. Rancang Bangun Smart pH Meter Sebagai Alat Ukur Pemantau Larutan Nutrisi. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, Teknik Elektronika* 7, 404
<https://doi.org/10.26760/elkomika.v7i2.404>.
- Islam, T., Mukhopadhyay, S.C. 2019. Linearization of the sensors characteristics: a review. *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems* 12, 1–21
<https://doi.org/10.21307/ijssis-2019-007>.
- Megawati, D., Masykuroh, K., Kurnianto, D. 2020. Rancang bangun sistem monitoring ph dan suhu air pada akuaponik berbasis internet of thing (IoT). *TELKA* 6, 124–137
<https://doi.org/10.15575/telka.v6n2.124-137>.
- Mufida, E., Anwar, R.S., Khodir, R.A., Rosmawati, I.P. 2020. Perancangan alat pengontrol ph air untuk tanaman hidroponik berbasis arduino uno. *INSANTEK-Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro* 1, 13–19.
- Mulyadi, I.E. 1997. Modul Budidaya Perikanan. Yayasan Pustaka Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ndubuisi, U.C., Chimezie, A.J., Chinedu, U.C., Chikwem, I.C., Alexander, U. 2015. Effect of pH on the growth performance and survival rate of *Clarias gariepinus* fry. *International Journal of Research in Biosciences* 4, 14–20.
- Nugraha, A., Ramadhan, M. 2018. Pengukuran Teknik dan Instrumentasi. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Pancawati, D., Yulianto, A. 2016. Implementasi fuzzy logic controller untuk mengatur ph nutrisi pada sistem hidroponik nutrient film technique (NFT). *Jurnal Nasional Teknik Elektro* 5
- Prakoso, V.A., Radona, D. 2018. Effect of different pH settings on growth and survival of common carp Rajadanu strain. *Indonesian Aquaculture Journal* 13, 57
<https://doi.org/10.15578/iaj.13.2.2018.57-61>.
- Pratama, A. S., Efendi, A. H., Burhanudin, D., Rofiq, M. 2019. Simkartu (sistem monitoring kualitas air tambak udang) berbasis arduino dan SMS Gateway. *Jurnal Sitech* 2, 121–126
<https://doi.org/10.24176/sitech.v2i1.3498>.
- Rahayuningtyas, A., Sagita, D., Susanti, N. D. 2021. Sistem deteksi dan pemantauan kualitas air pada akuaponik berbasis android. *Jurnal Riset Teknologi Industri* 15, 75–89.
- Ramadhan, M.H., Dewantoro, G., Setiaji, F.D. 2020. Rancang bangun sistem pakar pemantau kualitas air berbasis IoT menggunakan fuzzy classifier. *Jurnal Teknik Elektro* 12, 47–56
<https://doi.org/10.15294/jte.v12i2.25351>.
- Su, X., Sutarlie, L., Loh, X.J. 2020. Sensors, biosensors, and analytical technologies for aquaculture water quality. *Research* 2020, 8272705
<https://doi.org/10.34133/2020/8272705>.
- Supriadi, O., Sunardi, A., Baskara, H.A., Safei, A. 2019. Controlling pH and temperature aquaponics use proportional control with Arduino and Raspberry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 550.
- Syaifudin, M., Akbar, M. 2021. Rancang bangun monitoring sirkulasi air pada kolam ikan nila berbasis arduino. *InfoTekJar : Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan* 5, 278–283.
- Wahyuni, E.R., Hartono, R.W.T., Fadhlani, M.Y. 2020. Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Melalui Jaringan GSM dan SMS Gateway Menggunakan Smartphone Android. Hal 83–89 dalam *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*. Bandung.