

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAUAN DAN KONTROL PH AIR UNTUK BUDI DAYA IKAN LELE (*CLARIAS GARIEPINUS*)

Jonshon Tarigan¹, Bernandus², Agustinus Bria³, Ari Bangkit Sanjaya Umbu⁴

^{1,2,3,4}Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana

Email: Jon76tarigan@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan ikan lele meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk dan permintaan akan ikan lele ukuran konsumsi. Namun hingga saat ini hasil panen ikan lele para pembudi daya masih kurang maksimal akibat kurangnya pemantauan dan kontrol komponen dasar dalam budi daya ikan lele salah satunya adalah kontrol pH air kolam. Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu sistem kontrol pH air pada budi daya ikan lele berbasis Arduino Due, di mana sistem dirancang untuk mengukur dan mengontrol pH air kolam dan hasilnya ditampilkan pada LCD sehingga ketika nilai pH air kolam ikan lele lebih besar atau lebih kecil dari batasan maka sistem pengurasan kolam otomatis akan bekerja. Sensor yang digunakan dalam penelitian adalah sensor pH SEN0161-V2 dengan Arduino Due sebagai mikrokontrolernya. Sistem yang dibuat berhasil menampilkan data pengukuran serta berhasil melakukan kontrol pH air kolam ikan lele, di mana selama 14 hari pengukuran dan pengontrolan pH telah dilakukan pergantian air otomatis sebanyak dua kali ketika nilai pH air kurang dari 6 dan lebih dari 8 dengan tingkat akurasi alat ukur pH yang tinggi dan nilai error rendah. Persentase akurasi dari alat ukur dan kontrol pH yang dibuat adalah sebesar 99,17% dan nilai error dari alat ukur dan kontrol pH yang dibuat sebesar 0,83%. Setelah 14 hari pemeliharaan, ikan lele yang dipelihara dalam kolam dengan sistem kontrol pH yang dibuat memiliki ukuran panjang 2-3 cm lebih panjang dibandingkan dengan ikan yang dipelihara dalam kolam tanpa kontrol.

Kata kunci: Ikan lele, Arduino Due

ABSTRACT

The need for catfish increases with the increases in population growth and the demand for consumption-sized catfish. However, until now the catfish harvest yields are still not optimal due to the lack of monitoring and control of the basic components in catfish farming, one of which is the control of the pH of pond water. This study aims to create a water pH control system in catfish farming based on Arduino Due, where the system is designed to measure and control the pH of pond water, and the results are displayed on the LCD so that when the pH value of catfish pond water is greater or less than the limit, the automatic pool draining system will work. The sensor used in this study is a pH sensor SEN0161-V2 with Arduino Due as the microcontroller. The system created succeeded in displaying measurement data and successfully controlling the pH of the catfish pond water, where for 14 days of measurement and pH control, automatic water changes were carried out twice when the pH value of the water was less than 6, and more than 8 with the accuracy of the measuring instrument high pH and low error value. The percentage of the accuracy of the pH measuring and control instrument made was 99,17%, and the error value of the pH measuring and control instrument was 0,83%. After 14 days of rearing, catfish kept in ponds with a pH

control system were made to have a length of 2-3 cm longer than fish kept in ponds without control.

Keywords: *Catfish, Arduino Due*

PENDAHULUAN

Ikan lele merupakan ikan air tawar yang paling digemari oleh masyarakat, karena kemudahan dalam budi dayanya dan harganya yang terjangkau sehingga banyak pembudidaya ikan lele pemula yang memilih ikan ini sebagai komoditi andalan (Nurhidayat R, 2020). Kebutuhan akan ikan lele meningkat seiring dengan bertambahnya pertumbuhan penduduk dan permintaan akan ikan lele ukuran konsumsi. Seperti yang diketahui, ikan lele sering dikonsumsi sebagai makanan sehari-hari masyarakat Indonesia, terutama sebagai lauk bersama nasi. Ikan lele sangat digemari oleh masyarakat, karena banyak mengandung protein sebagai pelengkap asupan gizi yang baik. Komposisi gizi ikan lele meliputi kandungan protein (17,7 %), lemak (4,8 %), mineral (1,2 %) dan air (76 %) (Astawan M, 2008). Keunggulan ikan lele adalah kaya akan Leusin dan Lisin. Leusin (C H N) merupakan asam amino esensial yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan anak-anak dan menjaga keseimbangan nitrogen (Umar N, 2018).

Direktur Jenderal Perikanan Budidaya menggambarkan bahwa tren permintaan ikan konsumsi terus mengalami peningkatan. Bahkan FAO mencatat pertumbuhan kebutuhan ikan dunia melebihi pertumbuhan populasi penduduk dunia. Hal ini menjadi peluang untuk mendorong peningkatan produksi lele nasional. Untuk mencapai peluang tersebut, para pengusaha harus mulai memahami pentingnya teknik budi daya ikan yang baik dan benar (Astawan M, 2008).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi dengan menjaga kualitas air sebagai media hidup ikan lele tersebut. Pada pembudidayaan ikan lele, kualitas air berpengaruh terhadap tumbuh kembang ikan lele (Fadillah A, 2019). Air merupakan objek kajian yang menarik mengingat air memiliki banyak karakteristik, contohnya seperti suhu, salinitas, pH, DO dan kekeruhan. Air dapat digunakan baik itu sebagai air konsumsi, kegiatan budi daya maupun penelitian (Syahalam I, 2020). Umumnya usaha budi daya ikan air tawar akan berhasil baik dalam air dengan pH 6,5 - 9 dan pertumbuhan optimal terjadipada pH 7 - 8,5. Air untuk budi daya ikan harus bersih, tidak terlalu keruh dan tidak tercemar bahan-bahan kimia beracun dan minyak/limbah pabrik (Wahyuni Elsa R, 2020).

Dalam memperoleh hasil produksi, banyak pembudidaya ikan lele yang mengalami kerugian, seperti hasil kurang maksimal atau ikan banyak yang mati. Kasus tersebut kemudian diteliti dan hasilnya adalah salah satu penyebabnya adalah suhu dan kadar keasaman atau pH air dalam kolam yang sering kali berubah sesuai perubahan cuaca yang terjadi di lingkungan sekitar, sehingga dibutuhkan suatu teknologi/alat yang dapat selalu memantau suhu dan kadar pH dalam air setiap saat sesuai yang kita inginkan (Susanto E, 2016).

Selain itu menurut (Arief D. N, 2017), dalam bidang perikanan sistem pengendali otomatis dibutuhkan sebagai sarana untuk memudahkan pekerjaan dan lebih menghemat waktu dalam pembudidayaan ikan. Sistem otomatis ini digunakan untuk mengontrol kondisi air pada kolam dalam pembudidayaan ikan, salah satunya adalah mengontrol fluktuasi pH air kolam sebagai salah satu cara dalam meningkatkan pertumbuhan benih ikan.

Dalam penelitian sebelumnya, yaitu "Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Monitoring Kolam Ikan Lele Dengan Memperhatikan Suhu Dan Derajat Keasaman (pH) Berbasis *Internet Of Things*" oleh Naufal Islam dan "Sistem Monitoring Suhu dan pH Air Kolam Budi daya Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler ATMega328" oleh Edy Susanto, dengan hasil

pada pengujian alat Naufal Islam, pH sensor hanya dapat membaca perubahan air yang signifikan selama 30 menit (Islam N, 2021). Sedangkan pada alat monitoring pH air kolam ikan pada penelitian Edy Susanto bekerja secara baik, dengan menggabungkan kinerja *hardware* dan *software* (Susanto E, 2016). Namun pada penelitian terdahulu, pH air hanya sebatas monitoring atau pengukuran saja dan mikrokontroler yang digunakan, yaitu Arduino Uno yang dilihat masih memiliki kekurangan. Sehingga pada penelitian kali ini peneliti ingin merealisasikan alat yang dapat memonitoring sekaligus mengontrol pH air dengan melakukan pergantian air secara otomatis menggunakan mikrokontroler Arduino Due sebagai pengembangan dari penelitian terdahulu. Sehingga diharapkan data monitoring dan kontrol pH air yang diperoleh lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya sehingga diharapkan dapat menjadi tolok ukur pemantauan dan kontrol pH air pada budi daya ikan lele skala rumahan dan industri.

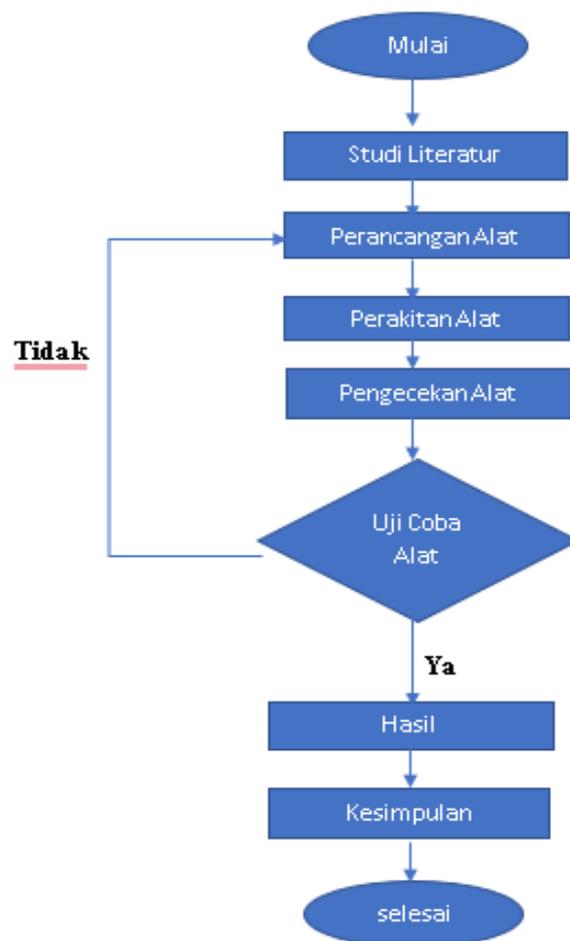
METODE

Pada perancangan alat ini dibutuhkan perangkat penunjang yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Software* yang digunakan, yaitu Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) atau Arduino *Software*. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino. Para *programmer* menyebut *source code* Arduino dengan istilah "*sketches*". *Sketch* merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Santoso H, 2015). Sedangkan *hardware* yang digunakan adalah laptop, arduino Due, sensor pH SEN0161-V2, LCD 16 x 2 LCD, *relay* dua *channel*, pompa air celup sertakabel *jumper*. Arduino Due merupakan mikrokontroler berdasarkan ATEL SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU yang memiliki 54 pin *input / output* digital, 12 *input* analog, 4 UART, 84 MHz *clock*, koneksi USB OTG yang mampu, 2 DAC, 2 TWI, colokan listrik, *header* SPI, *header* JTAG, tombol reset dan tombol hapus. Arduino Due *software* terdiri dari *compiler* bahasa pemrograman standar dan sebuah *boot loader* yang dieksekusi dalam mikrokontroler (Puspasari F, 2019). Sensor pH SEN0161-V2 difungsikan ke dalam berbagai aplikasi seperti aquaponik, pengujian air lingkungan, hidroponik dan lain-lain. Tipe SEN0161-V2 merupakan modul versi kedua di mana telah di-*improve* dari segi tingkat kepresisian pembacaan datanya (Faudin A, 2019). LCD 16 x 2 terdiri dari 16 kolom dan 2 baris. LCD ini memiliki beberapa fitur, yaitu dilengkapi dengan *back light*, mempunyai 192 karakter tersimpan, dapat diamati dengan mode 4-bit dan 8-bit serta terdapat karakter generator terprogram (Faudin A, 2017). *Relay* adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik (Akbar A. B, 2017). Pompa air celup berfungsi sebagai penyedia aliran air dalam debit tertentu dengan prinsip kerja menghisap air yang tersedia kemudian mendistribusikan air tersebut. Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian hisap (*suction*) dan bagian tekan (*discharge*). Perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme misalkan putaran roda impeler yang membuat keadaan sisi hisap nyaris vakum. Perbedaan tekanan inilah yang menghisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain (Mediawan M, 2018).

Proses pengerjaan dari rancang bangun kontrol pH air dibagi atas beberapa tahap, yaitu studi literatur, perancangan alat dan prosedur pengukuran. Tahap perancangan ini meliputi pembuatan diagram blok keseluruhan sistem yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Prosedur pengukuran terdiri dari beberapa langkah, yaitu: 1) diukur pH air kolam menggunakan sensor pH SEN0161-V2 dengan nilai *input* dalam bentuk sinyal analog; 2) nilai diperoleh dari inputan sensor dikirim ke Arduino Due untuk diolah menjadi nilai pH air; 3) nilai yang diperoleh dikirim ke LCD 16 x 2 dalam bentuk sinyal digital untuk diamati dan dianalisis; 4) diukur perbandingan selisih

panjang ikan lele pada kolam dengan kontrol pH air dan tanpa kontrol pH air. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika FST Undana Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, terhitung sejak bulan April 2022 – Juli 2022.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental kuantitatif. Sistem yang dirancang, bertujuan untuk mengukur dan mengontrol pH air kolam ikan dan nilai dari pH air yang diukur ditampilkan pada LCD 16 x 2 sehingga dapat diamati. Dalam penelitian ini, alat kontrol pH berjalan dengan *output* sensor meng-*input* nilai pH air dalam bentuk sinyal analog dan dikirim ke mikrokontroler Arduino Due. Setelah data dikirim ke Arduino Due, data akan diolah. Setelah data diolah, Arduino Due akan menampilkan nilai pH air pada LCD 16 x 2 dalam bentuk sinyal digital dan sinyal analog pada *relay* dua *channel* untuk mengaktifkan dinamo.



Gambar 1. Diagram alir proses pengerjaan alat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengukuran dan kontrol pH air yang telah dilakukan, data yang diambil merupakan data pH air. Pengambilan data dilakukan dengan cara menghubungkan sensor pH SEN0161-V2 dengan rangkaian Arduino Due dengan menggunakan kabel *jumper* sebagai

kabel penghubung, lalu dari Arduino Due melalui kabel USB dihubungkan ke PC untuk dijalankan. Di mana PC berfungsi sebagai sumber daya bagi sensor dan Arduino Due dengan tingkat kestabilan *output* tegangan yang tinggi. Setelah semua komponen dipastikan terhubung, maka selanjutnya dilakukan *running* pemrograman dari Arduino IDE untuk menjalankan alat ukur pH air yang dibuat. Setelah itu alat ukur pH air yang dibuat diaplikasikan pada kolam lele dengan volume air 82 liter dan menggunakan anakan lele sangkuriang sebanyak 20 ekor dengan ukuran panjang awal anakan ikan lele adalah 10-11 cm yang dapat dilihat pada Gambar 2. (a) dan (b). Kemudian diamati hasil pengukuran pada LCD 20 x 4 setiap pukul 09:00, 12:00 dan 15:00. Setelah 14 hari pemeliharaan, dihitung kembali ukuran panjang ikan lele dan hasilnya dibandingkan dengan panjang ikan lele pada kolam tanpa pengukuran dan kontrol pH air.



(a) Kolam ikan lele

(b) Anakan ikan lele

Gambar 2. Kolam dan anakan ikan lele

1. Hasil Perancangan Alat

Perancangan alat dari sistem kontrol pH air pada budi daya ikan lele dengan menggunakan sensor pH SEN0161-V2 untuk memonitoring dan mengontrol pH air kolam ikan lele terdiri dari dua tahap perancangan, yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak.

a. Hasil Perancangan Perangkat Keras dan Kalibrasi Alat Ukur pH

Perancangan alat ukur pH menggunakan komponen perangkat keras, antara lain Arduino Due sebagai mikrokontroler, sensor pH SEN0161-V2, kabel *jumper* dan LCD 20 x 4. Setelah rangkaian alat ukur pH dijalankan dan diamati, nilai pengukuran pH yang ditampilkan tidak stabil, sehingga peneliti menggantikan *multiturn* pada *board* sensor pH dengan potensio meter dengan nilai hambatan yang sama dan rentang pembagian hambatan yang lebih besar. Setelah dilakukan pergantian komponen *multiturn* pada *board* sensor pH dengan potensio meter, nilai pH yang ditampilkan mulai cenderung stabil. Keseluruhan perancangan dan kalibrasi alat ukur pH dapat dilihat pada Gambar 3. (a) dan (b).

(a) Perancangan Alat Ukur pH

(b) Kalibrasi Alat Ukur pH



Gambar 3. Perancangan dan Kalibrasi Alat Ukur pH

Perancangan alat ukur pH dirangkai dengan menghubungkan I2C LCD 20 x 4 dan *board* sensor pH pada Arduino Due menggunakan kabel *jumper* sebagai penghubung. Di mana pin v+ *board* sensor pH dihubungkan ke pin 5V Arduino Due, pin G *board* sensor pH ke pin GND Arduino Due, pin Po *board* sensor pH dihubungkan pada pin A0 Arduino Due. Sedangkan pin GND dan VCC I2C LCD 20 x 4 dihubungkan pada sumber tegangan yang sama dengan *boardsensor* pH, yaitu 5V dan GND Arduino Due kemudian pin SDA dan SCL I2C dihubungkan pada SDA dan SCL Arduino Due.

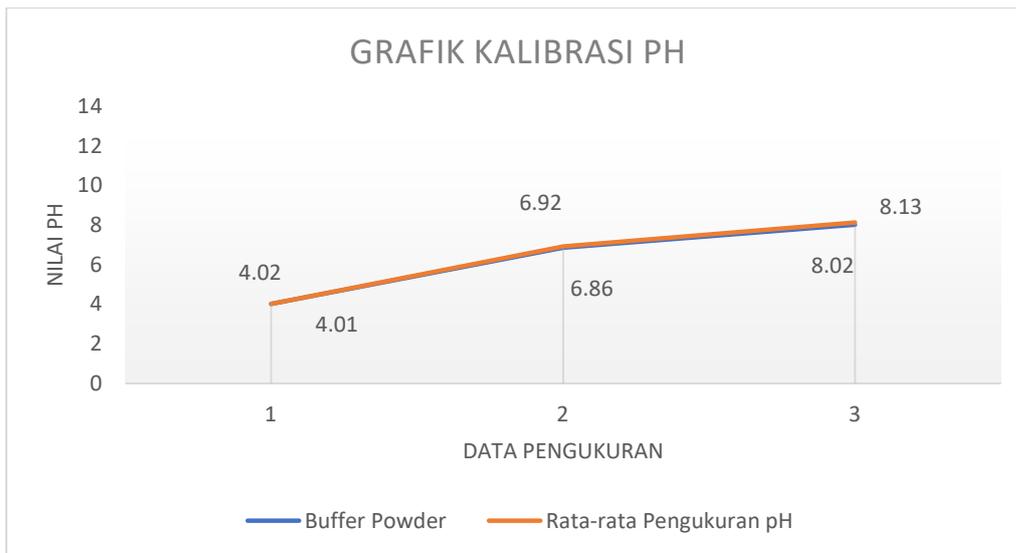
Sensor pH bersifat analog sehingga untuk menggunakannya harus dilakukan kalibrasi untuk mendapatkan rumus konversi *analog to digital* (ADC) sensor tersebut. Untuk mendapatkan nilai analog dari sensor pH, digunakan larutan *buffer*. Larutan *buffer* yang digunakan, yaitu larutan *buffer* pH 4, larutan *buffer* PHOSPHAT pH 7 dan larutan *buffer* pH 9 (Barus, EE, dkk, 2018).

Dalam penelitian ini, data digital yang hasil konversi ditampilkan pada LCD 20 x 4. Alat ukur pH yang dibuat dikalibrasi dengan menggunakan *Buffer Powder* yang dilarutkan ke dalam 250 ml air dan larutan dengan nilai pH 8,02. Di mana masing-masing larutan *Buffer Powder* memiliki nilai pH 4,01 dan 6,86 untuk kemudian dihitung nilai persentase error dan akurasi dari data alat ukur pH yang dibuat.

Tabel 1. Kalibrasi alat ukur pH

No	<i>Buffer Powder</i>	Alat Ukur pH yang Dibuat					Rata-rata	Error(%)	Akurasi (%)
		1	2	3	4	5			
1	4,01	3,97	3,94	4,17	4,12	3,92	4,02	0,25	99,75
2	6,86	6,86	7,13	7,03	6,82	6,74	6,92	0,87	99,13
3	8,02	8,25	8,18	7,98	8,25	7,98	8,13	1,37	98,63
Rata-rata								0,83	99,17

Berdasarkan Tabel 1. dilihat bahwa nilai error dari alat ukur pH yang dibuat memiliki persentase yang rendah dan akurasi yang tinggi. Dengan nilai rata-rata persentase error alat ukur pH yang dibuat sebesar 0,83 % dan rata-rata persentase akurasi pengujian alat ukur pH yang dibuat sebesar 99,17 %. Sehingga perancangan alat ukur pH yang dibuat dinyatakan baik karena nilai akurasi yang didapatkan lebih besar atau sama dengan 95 %.



Gambar 4. Grafik kalibrasi alat ukur pH

2. Hasil Pengukuran dan Kontrol Alat Ukur pH

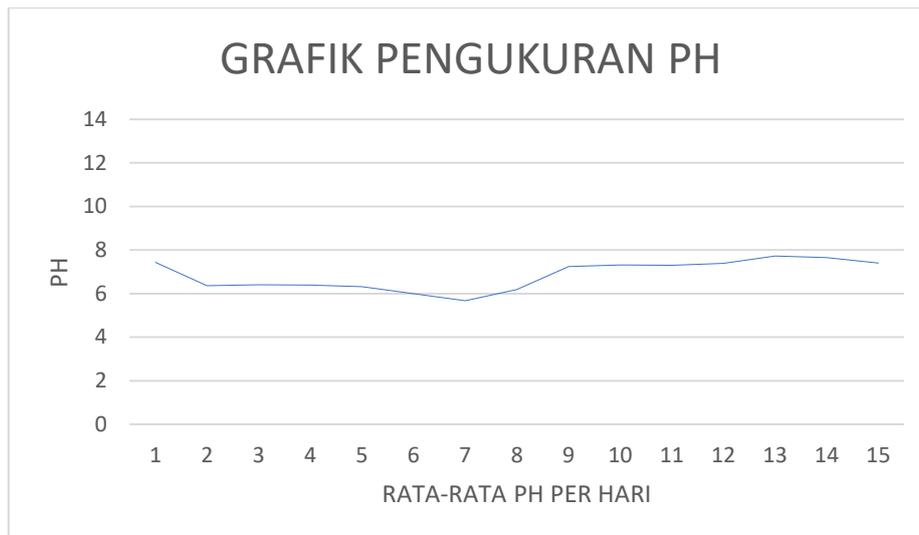
Pada pengukuran yang telah dilakukan, data hasil pengukuran disajikan dalam bentuk tabel, dengan jumlah pengambilan data sebanyak 43 kali. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, setiap pengambilan data pengukuran pH dengan alat yang dibuat akan diambil sebanyak 5 kali kemudian dihitung rata-rata hasil pengambilan data. Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan, data yang didapatkan diolah menggunakan *software excel*, di mana tujuan dari pengolahan data ini adalah untuk mengetahui nilai rata-rata pengukuran pH air kolam ikan lele. Berikut data hasil pengukuran dan kontrol dari alat kontrol pH air yang dibuat.

Tabel 2. Hasil uji pengukuran dan kontrol pH

Hari / Tanggal	Jam (WITA)	Alat ukur pH yang dibuat					Rata-rata	Rara-rata per hari	Ket (pompa air)
		1	2	3	4	5			
Jumat 15/7/2022	09:00	-	-	-	-	-	-	7,43	-
	12:00	-	-	-	-	-	-		-
	15:00	7,44	7,39	7,44	7,44	7,44	7,43		Off
Sabtu 16/7/2022	09:00	6,37	6,24	6,24	6,30	6,37	6,30	6,36	Off
	12:00	6,68	6,53	6,68	6,53	6,53	6,59		Off
	15:00	6,24	6,24	6,14	6,14	6,24	6,20		Off
Minggu 17/7/2022	09:00	6,35	6,27	6,27	6,35	6,27	6,30	6,41	Off
	12:00	6,51	6,47	6,51	6,51	6,38	6,48		Off
	15:00	6,35	6,35	6,48	6,48	6,54	6,44		Off
Senin 18/7/2022	09:00	6,25	6,09	6,25	6,09	6,09	6,15	6,40	Off
	12:00	6,02	6,24	6,24	6,02	6,24	6,15		Off
	15:00	6,95	6,95	6,84	6,84	6,84	6,88		Off
Selasa 19/7/2022	09:00	6,14	6,14	6,37	6,37	6,14	6,23	6,32	Off
	12:00	6,22	6,39	6,22	6,39	6,22	6,28		Off
	15:00	6,56	6,56	6,43	6,43	6,32	6,46		Off
Rabu 20/7/2022	09:00	5,60	5,59	5,59	5,60	5,59	5,59	6,00	On
	12:00	5,68	5,57	5,57	5,68	5,57	5,61		On
	15:00	6,82	6,82	6,77	6,77	6,82	6,80		Off
Kamis	09:00	5,63	5,34	5,34	5,63	5,49	5,49	5,67	On

21/7/2022	12:00	5,78	5,78	5,63	5,24	5,74	5,63		On
	15:00	5,95	5,80	5,80	5,95	5,95	5,89		On
Jumat 22/7/2022	09:00	5,55	5,40	5,55	5,40	5,55	5,49	6,19	On
	12:00	5,62	5,57	5,68	5,68	5,68	5,65		On
	15:00	7,39	7,44	7,44	7,45	7,39	7,42		Off
Sabtu 23/7/2022	09:00	7,36	7,23	7,00	7,00	7,00	7,12	7,24	Off
	12:00	7,18	7,36	7,36	7,36	7,18	7,29		Off
	15:00	7,37	7,25	7,25	7,27	7,37	7,30		Off
Minggu 24/7/2022	09:00	7,15	7,20	7,20	7,20	7,39	7,23	7,32	Off
	12:00	7,23	7,57	7,23	7,57	7,23	7,37		Off
	15:00	7,35	7,39	7,36	7,35	7,39	7,37		Off
Senin 25/7/2022	09:00	7,14	7,14	7,28	7,14	7,28	7,20	7,30	Off
	12:00	7,40	7,36	7,40	7,36	7,36	7,38		Off
	15:00	7,29	7,31	7,29	7,45	7,29	7,33		Off
Selasa 26/7/2022	09:00	7,43	7,43	7,26	7,43	7,26	7,36	7,39	Off
	12:00	7,38	7,38	7,42	7,42	7,42	7,40		Off
	15:00	7,48	7,39	7,34	7,48	7,39	7,42		Off
Rabu 27/7/2022	09:00	7,43	7,43	7,58	7,61	7,58	7,53	7,72	Off
	12:00	7,86	7,86	7,66	7,75	7,75	7,78		Off
	15:00	7,75	7,94	7,94	7,75	7,94	7,86		Off
Kamis 28/7/2022	09:00	8,28	8,28	8,00	8,12	8,12	8,16	7,66	On
	12:00	7,36	7,52	7,41	7,52	7,41	7,44		Off
	15:00	7,36	7,42	7,36	7,53	7,36	7,40		Off
Jumat 29/7/2022	09:00	7,27	7,48	7,27	7,31	7,31	7,33	7,41	Off
	12:00	7,51	7,37	7,51	7,51	7,37	7,45		Off
	15:00	7,41	7,41	7,32	7,54	7,54	7,44		Off

Berdasarkan Tabel 2, pengukuran pH air kolam lele telah dilakukan selama 14 hari pengamatan terhitung sejak Jumat, 15 Juli 2022 sampai Jumat, 29 Juli 2022. Setiap pengambilan data, dilakukan pengukuran sebanyak 5 kali untuk melihat perbandingan antara pengukurandata pertama sampai kelima dan mencari nilai rata-rata serta menguji kinerja kontrol dari alat ukur pH yang dibuat. Di mana nilai pH air pada minggu pertama pengamatan mengalami penurunan menuju asam akibat pemberian pakan yang berlebihan dan nafsu makan ikan yang kurang sehingga pakan yang mengendap dan larut di dalam air mengalami proses dekomposisi atau proses pembusukan yang melepaskan unsur karbon dioksida. Oleh karenanya, ketika jumlah karbon dioksida di dalam air meningkat mengakibatkan pH air menurun menjadi asam atau menjadi lebih kecil dari 7, kemudian sistem pergantian air otomatis bekerja dan mengganti air kolam ikan hingga pH air kolam lele kembali normal. Sedangkan pada minggu kedua, pH air pada kolam lele mengalami peningkatan menuju basa karena pertumbuhan dan nafsu makan ikan lele yang semakin besar, sehingga meningkatnya jumlah konsentrasi amonia dan penurunan kadar karbon dioksida di dalam air sehingga pH air mengalami peningkatan hingga lebih besar dari 7 dan sistem pergantian air otomatis kembali aktif hingga pH air kembali normal. Sehingga pada pengukuran dan kontrol pH air kolam ikan lele telah dilakukan pergantian air otomatis sebanyak dua kali dan berjalan dengan baik. Dari tabel pengamatan di atas, diperoleh juga grafik rata-rata pH air kolam ikan lele perhari seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengukuran pH

Dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan, hasil dari kontrol pH air selama 14 hari adalah ukuran ikan lele bertambah menjadi 17-18 cm, atau lebih panjang 2-3 cm dibandingkan ukuran ikan lele pada kolam tanpa kontrol yang memiliki ukuran panjang 14-15 cm, yang dapat dilihat pada Gambar 10.



(a) Dengan kontrol

(b) Tanpa Kontrol

Gambar 10. Ikan lele setelah 14 hari pemeliharaan

Alat kontrol pH air kolam ikan ini bekerja secara otomatis dengan menggabungkan kinerja *hardware* dan *software*. Sehingga terciptanya alat ini sangat membantu para pembudi daya ikan air tawar dalam menjalankan usahanya. Alat ini dapat mendeteksi pH air dalam kolam sehingga pengelola perikanan dapat menggantikan kinerja manusia secara manual dengan mesin (Susanto E, 2016).

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, alat kontrol pH air pada budi daya ikan lele berhasil dirancang menggunakan sensor pH SEN0161-V2 dan mikrokontroler Arduino Due, dengan tingkat akurasi pengukuran pada alat ukur pH air sebesar 99,17%. Alat kontrol pH air pada budi daya ikan lele juga berhasil direalisasikan. Dalam kurun waktu 14 hari alat kontrol

pH yang dibuat berhasil melakukan pergantian air otomatis sebanyak dua kali. Sehingga hasil dari kontrol pH air selama 14 hari adalah ukuran ikan lele bertambah menjadi 17-18 cm, atau lebih panjang 2-3 cm dibandingkan ukuran ikan lele pada kolam tanpa kontrol yang memiliki ukuran panjang ikan lele 14-15 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penelitian ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Program Studi Fisika.
2. Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana.
3. Mahasiswa yang berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar A. B, 2017. Pengontrol Suhu Air Menggunakan Sensor DS18B20 Berbasis Arduino Uno. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Arief D. N, 2017. Rancang Bangun Sistem Kontrol pH Air pada Kolam Pembenuhan Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) di Balai Pengembangan Teknologi Kelautan dan Perikanan (BPTKP) Cangkringan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapannya*. 6 (1), 7-15.
- Astawan M, 2008. Sehat dengan Hidangan Hewani. Depok: Swadaya.
- Barus, EE, dkk, 2018. Otomatisasi Sistem Kontrol pH dan Informasi Suhu pada Akuarium Menggunakan Arduino Uno dan Raspberry PI 3. *Jurnal Sains dan Aplikasinya*. 3 (2), 117-125.
- Fadillah A, 2019. Implementasi Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam Ikan Lele Berbasis Wireless Sensor Network. *e-Proceeding of Engineering*. 6 (2), 4084-4090.
- Faudin A, 2017. Cara Mengakses Modul Display LCD 16x2". (<https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>).
- Faudin A, 2019. Tutorial Mengakses Module pH Meter Sensor Menggunakan Arduino. <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-mengakses-module-ph-meter-sensor-menggunakan-arduino/>.
- Islam N, 2021. Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Monitoring Kolam Ikan Lele dengan Memperhatikan Suhu dan Derajat Keasaman (pH) Berbasis Internet of Things. Tegal: Politeknik Harapan Bersama.
- Mediawan M, 2018. Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino pada Rumah Tanaman. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Nurhidayat R, 2020. Pengendalian Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele Jenis Mutiara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*. 1 (2), 42-50.
- Puspasari F, 2019. Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*. 15 (2), 36-39.
- Santoso H, 2015. Panduan Praktis Arduino untuk Pemula. Trenggalek: ElangSakti.
- Susanto E, 2016. Sistem Monitoring Suhu dan pH Air Kolam Budidaya Ikan Air Tawar Berbasis Mikrokontroler ATmega328. Yogyakarta: Universitas PGRI Yogyakarta.
- Syahalam I, 2020. Desain dan Perancangan Alat Ukur Kualitas Air (Suhu, Salinitas, pH, DO dan Kekeruhan) Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno dan NRF24L01 sebagai Transceiver Wireless. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Umar N, 2018. Monitoring pH Air Budidaya Ikan Lele. *Seminar Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M)*. 78-82.
- Wahyuni Elsa R, 2020. Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Ikan Melalui Jaringan GSM dan SMS Gateway Menggunakan Smartphone Android. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. 11 (1), 83-89.

