

RANCANG BANGUN PENGENDALI pH AIR UNTUK PEMBUDIDAYAAN IKAN LELE BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA16

Hermansyah¹⁾, Elang Derdian²⁾, F. Trias Pontia W³⁾

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi
Pontianak 78124 Telepon (0561) 740186 Kotak Pos 1049 Email : hermansyah170792@gmail.com

ABSTRAK

Lele adalah salah satu hewan bernilai ekonomis, sehingga banyak peternak ikan yang memilih lele sebagai objek peternakannya. Salah satu kendala yang dihadapi peternak lele adalah pengaturan waktu makan dan penjagaan kualitas air. Hal ini menyebabkan peternak harus selalu waspada agar kualitas dan berat lele hasil peternakannya terus terjaga. Pada penelitian kali ini, penulis merancang alat yang bisa membantu peternak lele untuk bisa meningkatkan kualitas panen tanpa harus selalu mengamati lele dalam kolam peternakannya. Alat pengendali utama dalam alat ini adalah ATmega16. Aktivitas-aktivitas berupa penjadwalan pengukuran pH air kolam ikan diatur menggunakan sensor pH. Sensor pH digunakan untuk mengukur apakah pH air kolam ikan masih normal atau tidak. Pengukuran parameter kualitas air di alat ini adalah tingkat keasaman air (pH air). Untuk keperluan ini digunakan Sensor pH air. Alat ini juga dilengkapi dengan pompa air yang berfungsi untuk menguras dan mengisi air kembali, pH air berada dalam keadaan tidak normal. Dengan adanya alat ini, diharapkan produksi lele bisa ditingkatkan, dan waktu pemeliharaan pun menjadi lebih efisien

Kata Kunci : Pengukuran pH air, kolam ikan lele, mikrokontroler ATmega16

DESIGN AND CONTROL OF PH AIR FOR CATFISH CULTIVATION BASED ON MICROCONTROLLER ATMEGA16

ABSTRACT

Catfish is one of the economically valuable animals, so many fish farmers who choose catfish as the object of his farm. One of the obstacles faced by catfish farmers is the setting up of mealtimes and the maintenance of water quality. This causes the farmer must always be vigilant for the quality and weight of catfish farms are kept awake. In this study, the authors designed a tool that can help catfish farmers to be able to improve the quality of the harvest without having to always observe the catfish in the pond farm. The main controller tool in this tool is ATmega16. The activities of scheduling pH measurements of fish pond water are arranged using pH sensors. pH sensor is used to measure whether the pH of fish pond water is still normal or not. The measurement of water quality parameters in this tool is the level of water acidity (pH of water). For this purpose a water pH sensor is used. This tool is also equipped with a water pump that serves to drain and refill the water again, the pH of water is in abnormal condition. With this tool, it is expected that catfish production can be improved, and maintenance time becomes more efficient

Keywords: Measurement of water pH, catfish pond, microcontroller ATmega16

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Budidaya ikan lele pada saat ini memiliki prospek yang sangat luas dan menjanjikan. Ikan lele selain rasanya lezat, kandungan gizinya pun cukup tinggi sehingga disukai berbagai kalangan masyarakat luas khususnya Bangsa Indonesia. Keunggulan ikan lele dibandingkan dengan produk hewani lainnya adalah kaya akan Leusin dan Lisin. Leusin ($C_6H_{13}NO_2$) merupakan asam amino esensial yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan anak-anak dan menjaga keseimbangan nitrogen. Leusin juga berguna untuk perombakan dan pembentukan protein otot.

Ikan sangat dibutuhkan terutama oleh anak-anak untuk membantu perkembangan badannya, karena di dalam tubuh ikan mengandung cukup banyak protein antara 16- 24 %, selain itu juga mengandung lemak antara 0,2 -2,2 %, karbohidrat, garam-garam mineral, dan vitamin. Selain dari itu ikan lele ini sangat cocok di konsumsi oleh orang yang menderita tekanan darah tinggi, karena di dalam daging ikan tidak mengandung kolestrol. Kolestrol ini merupakan lemak yang jenuh, sehingga menyebabkan penyakit atau kambuhnya penyakit tekanan darah tinggi.

Ikan Lele sudah berhasil dibudidayakan sejak puluhan tahun yang lalu, mulai dari pembenihan sampai pembesaran, sehingga sudah dianggap sebagai lokal. Namun, akhir-akhir ini budidayanya mengalami banyak kendala sehingga lele yang diperoleh dalam suatu periode

pemeliharaan menurun. Habitat atau lingkungan hidup ikan lele ialah semua perairan air tawar. Di perairan yang airnya tidak terlalu deras, atau di perairan yang tenang seperti danau, waduk, telaga, rawa serta genangan-genangan kecil seperti kolam, merupakan lingkungan hidup ikan lele.

Kebutuhan ikan semakin lama semakin meningkat terutama dalam penyediaan ikan segar. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap kesehatan semakin tinggi, ini ditandai banyaknya masyarakat mengkonsumsi ikan lokal, seperti ikan lele. Kebanyakan ikan yang dijual dipengeceran atau ditoko-toko tidak segar lagi bahkan untuk tahan lebih lama ditambahkan bahan pengawet.

1.2. Maksud Dan Tujuan Penulisan

Adapun maksud dan tujuan penelitian ini adalah menjaga pH air secara otomatis.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Teori Penunjang

Air untuk budi daya lele bisa berasal dari berbagai sumber seperti sungai, saluran irigasi, danau, kolam, dan sumur bor/gali. Bahkan, air hujan pun bisa digunakan, tetapi perlu diberi perlakuan khusus sebelum digunakan karena kadar asamnya yang tinggi dan suhunya yang dingin. Air tersebut tidak boleh tercemar oleh limbah seperti oli, minyak, bahan kimia, logam berat, atau limbah lain yang membahayakan kehidupan lele. Persyaratan air yang berkualitas baik yaitu warnanya bening, tidak berbau, tidak tercemar, pH antara 5,5-7,5,

kandungan zat besinya rendah, dan tidak mengandung merkuri.

Dalam budidaya lele, kestabilan pH air adalah kunci utama sebagai parameter budidaya lele dikatakan baik. Pada budidaya lele kita harus menjaga level pH pada kolam di kisaran 5,5-7,5. Oleh karena itu pH air untuk kolam ikan lele yang baik berada di level air netral. Air dalam kondisi netral berada di level pH 6 atau 7, artinya jika kondisi air dibawah 6 diartikan asam sedangkan level ph diatas 7 dikatakan basa. Jamur dan bakteri akan berkembang biak pada kondisi asam. Lele memiliki tingkat toleransi pH di kisaran pH 5,5-7,5, yang artinya lele lebih toleran di kondisi air basa ketimbang asam, kondisi air ideal pada lele di level 5,5-7,5. Jika kondisi air mengalami penurunan pH yang perlu kita lakukan adalah menaikkan pH itu sendiri.

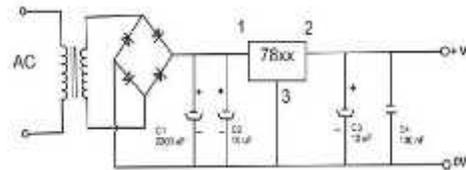
Hal ini dapat dilakukan dengan cara pemberian kapur pada kolam. Kapur yang dianjurkan adalah kapur dolomit. Dalam penggunaan kapur dolomit juga harus diperhatikan standar penggunaannya. Karena penggunaan kapur dolomit yang berlebihan akan menimbulkan efek yang tidak baik juga, seperti tingkat nafsu makanan yang menurun.

2.2 Catu Daya

Catu daya pada pembuatan pengendali pompa air sebagai penyuplai kandungan oksigen, pengisian dan pembuang air ini mengacu pada catu daya *teregulasi*. Catu daya *teregulasi* adalah catu daya yang dapat menghasilkan keluaran yang nilai atau harga tegangannya

senantiasa selalu tetap setiap saat sesuai dengan yang diharapkan.

Catu daya yang digunakan dalam bentuk IC *regulator* yaitu IC regulator tegangan tetap. IC *regulator* yang populer pada saat ini adalah keluarga 78xx. Gambar.1. menunjukkan rangkaian catu daya *teregulasi* tegangan positif



Gambar 1.1 Catu Daya Teregulasi Tegangan Positif

Sumber : Sri Anggana, 2012

2.3 Relay

Relay adalah sebuah piranti elektromekanik yang dioperasikan dengan berdasarkan variasi masukan, untuk mengontrol piranti-piranti lain yang dihubungkan pada keluaran *relay*. Pada rangkaian ini menggunakan *relay* HKE HRS4H-S-DC5V. Bentuk fisik *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Bentuk Fisik Relay

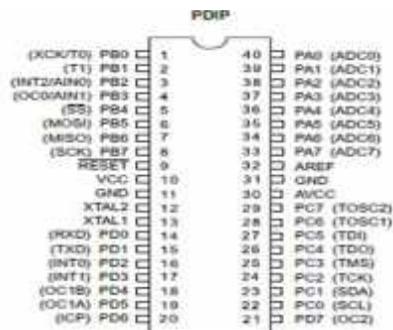
Sumber : <http://octopart.com/hrs4-s-dc12v-multicomp-5399273>

2.4 Mikrokontroler ATmega16

Mikrokontroler ATmega16 merupakan bagian utama dari sistem kontrol, *mikrokontroler* ini

merupakan jenis *mikrokontroler* jenis AVR. *Mikrokontroler* jenis ini dipilih karena *mikrokontroler ATmega16* memiliki 32 *port* I/O yang dibagi menjadi 4 *port* yaitu *port* A, *port* B, *port* C, *port* D yang dapat difungsikan sebagai I/O sistem. Proses pengisian (*downloading*) program yang mudah karena memiliki fasilitas *in-system programming* (ISP) yang sudah terdapat didalam ATmega16. 5 pin yaitu, MOSI, MISO, SCK, *Reset* dan *Grond* digunakan untuk memprogram ATmega16.

Pada Gambar 2.3 konfigurasi fungsi kaki pin ATmega16.



Gambar 2.3 Konfigurasi Fungsi Kaki Pin ATmega16

Sumber : www.AtmelCorporation.com

2.5 KIT DI-Super Smart AVR16

DI-Super Smart AVR16 atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip mikrokontroler* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. *DI-Super Smart AVR16* adalah sebuah *board mikrokontroler* yang berbasis ATmega16. *DI-Super Smart AVR16* memiliki 32 *pin input/output* yang mana tiap *pin* dibagi menyjadi *port-port* diantaranya *port* A,B,C dan D. Tersedia *array LED* pada *port* C, dan

push-on pada *port* D.2 dan *port* D.3 sehingga cocok untuk latihan atau pengecekan program.

Menggunakan *crystal osilator* 110592000 Hz dengan *error* 0% pada saat komunikasi serial, terintegrasi rangkaian *downloader ISP* yang dapat diakses *via port* USB, *jack power*, dan tombol *reset*. *DI-Super Smart AVR16* mampu men-*support mikrokontroler* dan dapat dikoneksikan langsung dengan komputer menggunakan kabel USB. Berikut Gambar 2.4 adalah bentuk fisik dari *DI-Super Smart AVR16*



Gambar 2.4 Bentuk Fisik *DI-Super Smart AVR16*

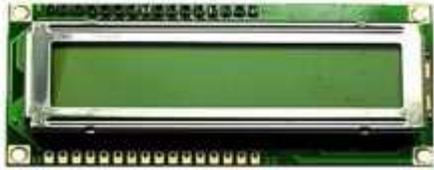
Sumber : Author

2.6 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Untuk menampilkan karakter (*display*) yang diperlukan dalam suatu sistem seperti jumlah suatu variabel, tampilan indikator kejadian, atau bisa juga untuk eksitasi.

Jumlah karakter yang dapat ditampilkan adalah 32 karakter dalam 2 baris x 16 kolom. Koneksi pengendalian yang digunakan adalah 4 bit data *interface*. Dilengkapi dengan pengendali *contrast* dan *brightness*. Dapat langsung dihubungkan dengan *mikrokontroler*

ATMega16[2]. Bentuk fisik LCD dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD monitor

Sumber: <http://www.gravitech.us/16grounigrch.html>

2.7 Sensor pH

Untuk obyek pH, sensor dapat mengukur antara pH 1 hingga pH 10. Dengan keakuratan setiap 1 tingkatan.



Gambar 2.6 pH Probe Sensor E-201c

Pada dasarnya semua sensor pH umumnya outputnya berupa tegangan analog. sehingga dapat langsung dibaca melalui pin ADC (Analog to Digital Converter) pada fasilitas mikrokontroler

2.8 Filter Atas (Pompa Air)

Filter atas ini merupakan filter yang paling populer di Indonesia, menggunakan pompa air yang diletakkan di dalam air kolam yang fungsinya untuk mengalirkan air ke dalam box filter yang diletakkan diatas kolam dan selanjutnya air akan jatuh dan kembali ke dalam kolam tersebut.



Gambar 2.7 Filter Atas (Pompa Air)

2.9 Bascom-AVR

Bascom-AVR adalah program *Basic compiler* berbasis *windows* untuk *mikrokontroler* keluarga AVR seperti *ATMega8535*, *ATMega16*, dan yang lainnya. *Bascom-AVR* merupakan pemrograman dengan bahasa tingkat tinggi *Basic* yang dikembangkan dan dikeluarkan oleh *MCS elektronik*.

2.9.1 Kontrol program

Bascom menyediakan beberapa kontrol program yang sering digunakan untuk menguji sebuah kondisi, perulangan, dan pertimbangan sebuah keputusan berikut adalah beberapa kontrol program yang sering digunakan dalam pemrograman dengan *Bascom*.

- 1) IF...THEN
- 2) SELECT...CASE
- 3) WHILE...WEND
- 4) EXIT
- 5) GOSUB
- 6) GOTO

Perintah Goto digunakan untuk melakuakn percabangan.

2.9.2 Operasi dalam Bascom

Pada bagian ini dibahas tentang cara menggabungkan, memodifikasi, membanding-kan, atau mendapatkan informasi tentang sebuah

pernyataan dengan menggunakan operator-operator yang tersedia di *Bascom* dan bagaimana sebuah pernyataan terbentuk dan dihasilkan dari operator-operator berikut :

1) Operator Aritmatika

Operasi *aritmatika* digunakan dalam perhitungan meliputi tambah (+), kurang (-), bagi (/), dan kali (*).

2) Operator Relasi

Operasi relasi berfungsi membandingkan nilai sebuah angka meliputi sama dengan (=), tidak sama dengan (<>), lebih kecil dari (<), lebih besar dari (>), lebih kecil atau sama dengan (<=), lebih besar atau sama dengan (>=)

3) Operator Logika

Operasi logika digunakan untuk menguji sebuah kondisi atau memanipulasi *bit* dan operasi *boolean* (AND, OR, NOT, dan XOR).

4) Operator Fungsi

Operasi fungsi digunakan untuk melengkapi operator yang sederhana.

2.10 Software Downloader (AVR-OSPII)

Untuk mengirimkan bilangan-bilangan heksadesimal ini ke mikrokontroller digunakan *software AVR-OSPII*. Tampilannya seperti gambar 2.8 sebagai berikut ini :



Gambar 2.8 Software Downloader (AVR- OSPII)

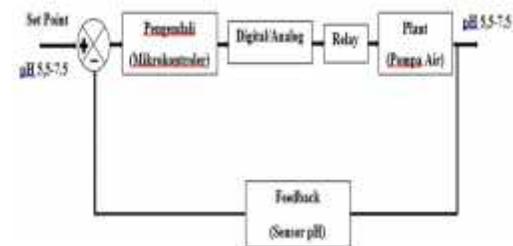
Sumber : Author

3. PEMBAHASAN

3.1 Umum

Kendali Pompa Air Alternatif Sebagai Penyuplai Kandungan Oksigen Pada Kolam Pembenihan Ikan Lele ini dibuat dengan dua bagian pokok perangkat yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*).

Untuk lebih jelas, perhatikan skema blok diagram yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



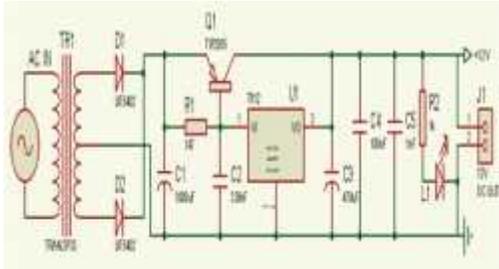
Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem Perencanaan

3.2 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

3.2.1 Catu Daya 12 Volt DC

Catu daya 12 *volt* DC merupakan rangkaian yang menyediakan catu daya untuk setiap komponen pada setiap rangkaian. kontrol pompa air ini terdiri dari beberapa komponen- komponen

elektronik yang membutuhkan catu daya yang stabil. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.2. sebagai berikut :

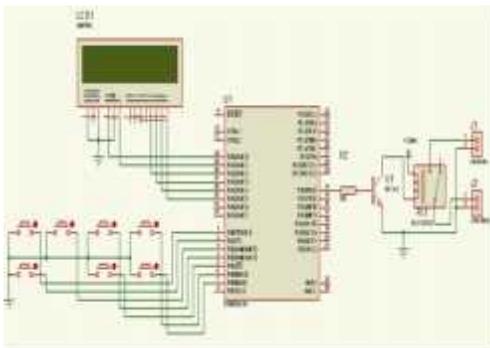


Gambar 3.2 Skema Rangkaian Catu Daya

Sumber : Author

3.2.2 Perangkat Kontrol dan Pengolahan Data

Perangkat Kontrol dan Pengolahan Data pada alat ini adalah berupa sistem minimum mikrokontroller AVR ATmega16. skema rangkaian sistem minimum mikrokontroller adalah seperti terlihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut :



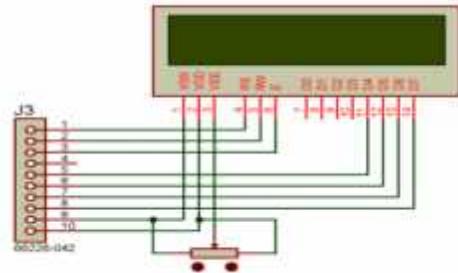
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Sistem Mikrokontroller ATmega16

Sumber : Author

3.2.3 LCD Monitor

LCD monitor berfungsi untuk menampilkan pH saat pompa hidup atau mati. Skema rangkaian LCD

monitor seperti terlihat pada Gambar 3.4 berikut ini :

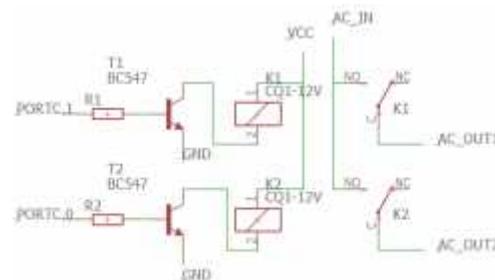


Gambar 3.4 Skema Rangkaian LCD monitor 16x2 karakter.

Sumber : Author

3.2.4 Driver Relay

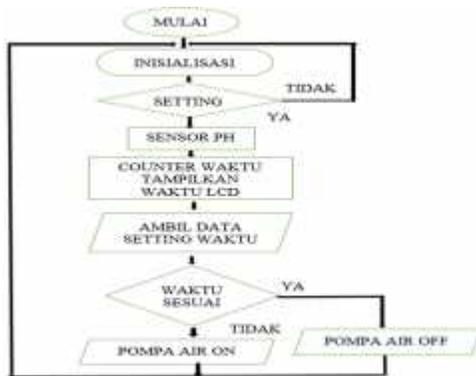
Relay berfungsi sebagai pemutus dan penyambung tegangan sumber yang menuju ke pompa penghidup pompa air. skema rangkaian driver relay dapat dilihat pada gambar 3.5 sebagai berikut :



Gambar 3.5 Skema Rangkaian Driver Relay

3.3 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Program pengendali pompa air selain mengisi dan membuang air juga sebagai penyuplai kandungan oksigen pada kolam pembenihan ikan lele secara garis besar dapat digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.6. sebagai berikut:



Gambar 3.6 Diagram Alir Program Utama

4. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kebenaran rangkaian dan mengetahui kondisi komponen, perangkat lunak, serta unjuk kerja Sensor pH dan Pompa air alternatif dengan timer sebagai penyuplai kandungan oksigen (dissolved oxygen) pada kolam pembenihan lele berbasis mikrokontroler ATmega16 secara keseluruhan. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran komponen yang digunakan sehingga dapat dihasilkan perbandingan antara teori dan secara prakteknya.

4.2. Implementasi

4.2.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras

Berikut ditampilkan hasil perancangan perangkat keras Pengendalian Sirkulasi dan Pengukuran pH Air pada kolam ikan lele Berbasis mikrokontroler ATmega16.



Gambar 4.1 Merupakan Hasil Rancangan Sirkulasi dan Pengukuran pH Air Pada Kolam Ikan Lele.

4.3. Pengujian Sensor pH Air

Pengujian sensor pH air dilakukan dengan menaruh sensor pH ke dalam tiga wadah gelas yang berisi air, yang diasumsikan sebagai air kolam. Selanjutnya sensor pH air dihubungkan ke perangkat pengendalian Mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan melalui layar LCD.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Pengujian pertama dilakukan dengan meletakkan sensor pH air pada wadah gelas pertama yang berisikan air biasa. Hasil pengujian menunjukkan nilai pH 5,87 yang berarti kadar pH air normal. Dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pembacaan Sensor pH Normal

Pengujian kedua dilakukan dengan meletakkan sensor pH air pada wadah gelas kedua yang berisikan air biasa yang sudah ditambahkan dengan larutan basa yaitu Soda Kue. Hasil pengujian menunjukkan nilai pH 9,44

yang berarti kadar pH air tidak normal. Dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Pembacaan Sensor pH Tidak Normal

Adapun pengujian ketiga dilakukan dengan meletakkan sensor pH air pada wadah gelas ketiga berisikan air yang sudah ditambahkan dengan larutan asam yaitu Cuka. Dan hasil pengujian menunjukkan nilai pH 4,40 yang berarti kadar pH air tidak normal. Dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pembacaan Sensor pH Tidak Normal

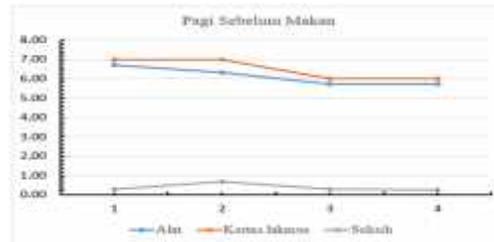
Adapun hasil pengujian dari sensor pH air dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor pH Air

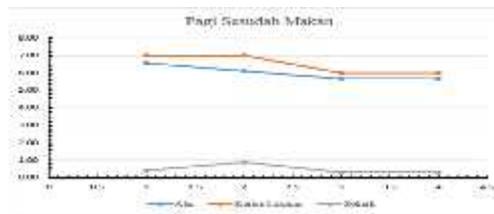
Pengujian	Kondisi Air	Kadar pH Air	Keterangan
I	Air normal	pH 5,87	Normal
II	Air ditambahkan larutan basa	pH 9,44	Tidak Normal
III	Air ditambahkan larutan asam	pH 4,40	Tidak Normal

Tabel 4.2 Pengujian pH Air Pagi Sebelum Makan dan Sesudah Makan.

No	PAGI JAM 06.00-09.00					
	Sebelum Makan			Sesudah Makan		
	Alat	Kertas Lakmus	Selish	Alat	Kertas Lakmus	Selish
1	6.70	7.00	0.30	6.57	7.00	0.43
2	6.22	7.00	0.68	6.12	7.00	0.88
3	5.73	6.00	0.29	5.70	6.00	0.30
4	5.73	6.00	0.28	5.67	6.00	0.33



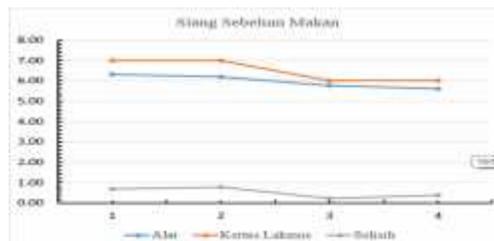
Gambar 4.5 Grafik pagi sebelum makan



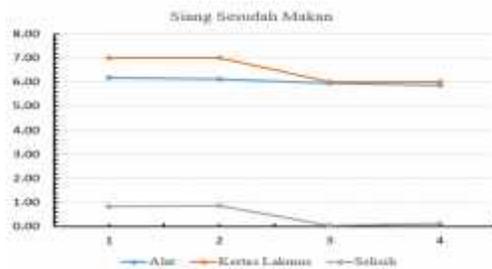
Gambar 4.6 Grafik pagi sesudah makan

Tabel 4.3 Pengujian pH Air Siang Sebelum Makan dan Sesudah Makan.

No	SIANG JAM 12.00-14.00					
	Sebelum Makan			Sesudah Makan		
	Alat	Kertas Lakmus	Selish	Alat	Kertas Lakmus	Selish
1	6.32	7.00	0.68	6.17	7.00	0.83
2	6.21	7.00	0.79	6.12	7.00	0.88
3	5.77	6.00	0.23	5.95	6.00	0.05
4	5.62	6.00	0.38	5.86	6.00	0.14



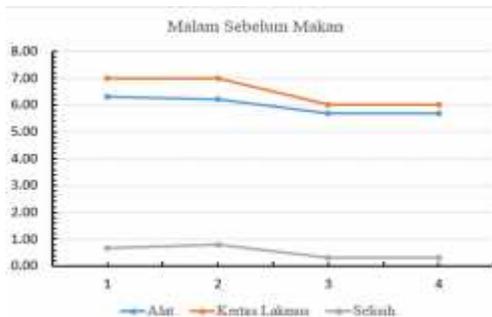
Gambar 4.7 Grafik siang sebelum makan



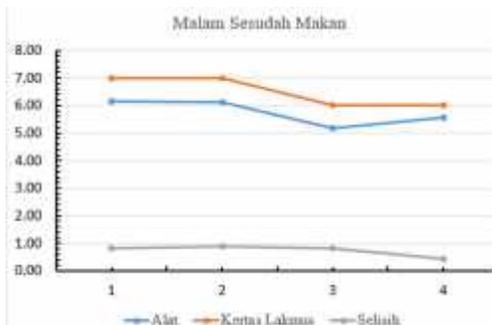
Gambar 4.8 Grafik siang sesudah makan

Tabel 4.4 Pengujian pH Air Malam Sebelum Makan dan Sesudah Makan.

No	MALAM JAM 18.00-20.00					
	Sebelum Makan			Sesudah Makan		
	Alat	Kertas Lakmus	Selisih	Alat	Kertas Lakmus	Selisih
1	6.32	7.00	0.68	6.17	7.00	0.83
2	6.21	7.00	0.79	6.12	7.00	0.88
3	5.70	6.00	0.30	5.17	6.00	0.83
4	5.70	6.00	0.30	5.57	6.00	0.43



Gambar 4.9 Grafik malam sebelum makan



Gambar 4.10 Grafik malam sesudah makan

4.4. Pengujian LCD (Liquid Crystal Display)

LCD merupakan suatu kristal cair yang akan aktif bila dihubungkan dengan tegangan. Input untuk mengendalikan modul ini berupa bus data dari sebuah mikrokontroler. LCD adalah komponen yang biasa digunakan untuk menampilkan suatu simbol, angka maupun huruf. LCD terdiri dari beberapa pin yang berfungsi untuk pengontrolan dan menampilkan nilai. Pada perancangan alat ini LCD dimanfaatkan untuk menampilkan pembacaan sensor pH, yang terbagi atas dua baris, pada baris pertama menampilkan "pH kolam" adapun pada baris kedua menampilkan nilai pH sesuai dengan data yang terbaca dari sensor pH. Dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.11 Pengujian LCD

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Merancang sebuah alat pengendalian pH air pada kolam ikan lele berbasis Mikrokontroler Atmega16, sehingga akan memberi kemudahan kepada petani kolam ikan lele tradisional dalam mengendalikan kadar pH air yang ada pada kolam serta memudahkan dalam sistem sirkulasi kolam.

2. Adapun hasil pengujian sistem secara *black box*, yang hasilnya alat dapat menghidup dan mematikan pompa air, untuk mengisi air ke dalam bak kolam dan membuang air keluar kolam sesuai dengan kondisi air saat itu. Sehingga alat ini dapat diterapkan dalam pertanian kolam tradisional.

3. Unjuk kerja dari Pompa air berbasis mikrokontroler ini telah menunjukkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Pompa air dapat bekerja apabila saklar relay mendapat logika 1 dari output mikrokontroler yang menjadi inputan untuk saklar relay. saklar relay akan menghidupkan pompa air.

4. Ketepatan proses alat dengan kebenaran 90%. Alat dapat bekerja mulai dari proses seting waktu, proses seting Pompa air on dan proses seting Pompa air off. Semua akan berjalan otomatis setelah proses seting waktu ditentukan.

5. Dengan adanya alat ini mengurangi tingkat kematian ikan lele.

6. Berdasarkan table dan grafik hasil pengamatan diketahui bahwa suhu air dapat mempengaruhi pH air, sehingga dapat berpengaruh pula pada tingkat aktivitas ikan lele tersebut. Salah satu aktivitas ikan lele yang diamati adalah kurangnya makan.

7. Jika pH air kolam ikan lele dibawah 5,5 menyebabkan ikan lele kurang makan, hal ini dipengaruhi oleh keasaman air kolam tersebut, sehingga ikan lele ada yang mati.

8. Dalam analisis ini, alat dengan kertas lakmus mempunyai selisih, hal ini dikarenakan kan kertas lakmus hitungannya pembulatan dari hasil warna yang ditunjukkan oleh hasil warna kertas itu sendiri. Jika di alat terukur 5,72 pHnya maka di kertas akan terukur 6 pHnya, sehingga mempunyai selisih rata-rata 0,3875.

5.2. Saran

Alat pengendalian sirkulasi dan pengukuran pH air pada kolam ikan lele berbasis Mikrokontroler Atmega16 ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Adapun saran yang dapat disampaikan peneliti untuk kesempurnaan penelitian berikutnya yaitu:

1. Diharapkan alat ini bisa dibuat dalam bentuk real dengan mengacu pada prototype yang telah dibuat oleh peneliti.

2. Untuk hasil yang maksimal diharapkan menggunakan sensor pembacaan pH air yang lebih bagus agar data yang diperoleh juga akurat.

3. Alat ini membaca nilai pH air yang ada dalam kolam, apabila air didalam dan diluar kolam dengan pH tidak normal maka petani kolam yang akan melakukan tindakan secara manual dengan menambahkan larutan asam atau basa. Karena alat ini hanya mengatur sirkulasi di dalam kolam saja.

4. Membuat sistem kendali kadar oksigen sehingga alat ini semakin meningkat daya manfaatnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. A Zaini Arif, Samian, dan Supadi. (2013). Aplikasi Serat Optik Sebagai Indikator Ketinggian cairan Dengan Metode Deteksi Rugi Daya Optis Akibat Pelengkungan dan Pemolesan. Jurnal Fisika dan Terapannya. Vol.1. Nomor 4/Desember 2013.
2. Andrian Kristianto, Iwan Setiawan, & Sumardi. (2012). Pengendalian pH Air dengan Metode PID pada Model Tambak Udang. Jurnal Teknik Elektro. 14(4). Hlm. 119-126.
3. Anonim. (2013). *Pengelolaan Kualitas Air. Paket Keahlian: Budidaya Crustacea. Buku Teks Bahan Ajar Siswa Kelas X Semester 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan RI-Direktorat Pembinaan SMK.
4. Asmawi, S., 1986 "Pemeliharaan Ikan Dalam Keramba", PT. Gramedia. Jakarta, Jakarta.
5. Atmel. 2010. *Introduction to the Atmel ATmega16 Microcontroller*, rev.3.4, University Departement of Mechanical And Aerospace Engineering, San Jose State.
6. Budiharto, Widodo, *Panduan Praktikum Mikrokontroler AVR ATMEGA16*, Jakarta, PT. Elex Media Komputindo, 2008. Jakarta, PT. Elex Media Komputindo, 2008.
7. Cahyo Saparinto dan Rini Susiana. (2012). *Grow Your Own Fish* Panduan Praktis Pembesaran 13 Ikan Konsumsi Populer di Pekarangan. Jakarta: Lily Publisher.
8. <http://ilearning.me/sample-page-162/arduino/pengertian-arduino-uno/> pada 20 Oktober 2016 pukul 13.44 WIB.
9. <http://teknikelektronika.com/pengertian-relay-fungsi-relay/>. pada 7 September 2016, Jam 09.20 WIB.
10. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/22686/3/Chapter%20I.pdf> pada 8 September 2016, Jam 15.00 WIB.
11. <http://www.budilaksono.com/2014/10/perbaiki-kualitas-air-kolam-ikandengan.html> pada 15 Oktober 2016.
12. <http://www.chogwang.com/2014/11/alat-alat-untuk-pembuatan-pcb-dan-kegunaannya.html> diakses pada tanggal 16 mei 2015
13. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00692b.pdf> pada 8 September 2016, Jam 14.31 WIB.
14. <https://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/arduino/Arduino.html> pada 20 Juni 2016 pukul 17.15 WIB.
15. <https://www.sangkutifarm.com/pH-air-untuk-kolam-ikan-lele-yang-baik>.
16. <http://www.banyudadi.com/pH-air-kolam-untuk-ikan-lele>.

