

Perancangan Dan Pembangunan

Sistem Otomasi Pengkondisian Kadar pH Dan Suhu Air Kolam Ternak Ikan Lele

Design And Implementation Of Automated Conditioning System For Water pH Level And Temperature In Catfish Breeding Pond

Ronal Marulitua Lumban Batu¹, Endro Ariyanto, S.T., M.T.², Catur Wirawan Wijutomo, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Telkom
Ronalmarbu93@yahoo.com, endro@telkomuniversity.ac.id², catur.wijutomo@gmail.com³

Abstrak

Kualitas kadar pH dan suhu air pada kolam ternak ikan lele sering mengalami ketidak stabilan. Hal ini dikarenakan banyak faktor seperti turunya hujan, iklim daerah yang cenderung dingin atau panas, penumpukan atau pembusukan makanan ikan di dalam kolam. Para peternak juga merasa kesulitan bila harus mengecek dan mengubah kadar pH dan suhu air kolam secara manual terus menerus. PH yang baik untuk pertumbuhan ikan lele berkisar antara 6,5 – 8 dengan suhu 25-30 derajat Celcius. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi ketidak stabilan pH dan suhu air adalah dengan pemanfaatan Mikrokontroler Arduino dengan aktuator pompa air dan *heater* untuk mengotomatiskan pengkondisian tingkat pH dan suhu air kolam lele. Pada tugas akhir ini dibangun sebuah sistem yang mampu mendeteksi pH dan suhu air serta mampu menghidupkan aktuator *heater*, pompa air basa dan pompa air asam sebagai alat pengkondisi air menggunakan mikrokontroler yang dimonitor melalui LCD (Liquid Cristal Display). Hasil dari pengujian selisih sensor suhu, sensor dapat bekerja dengan baik dengan nilai keakuratan sensor di bawah $\pm 0,05$ derajat Celcius dan hasil dari pengujian selisih pH, sensor mampu bekerja dengan baik dengan nilai keakuratan sensor di bawah $\pm 0,05$. Hasil dari pengujian fungsionalitas penetral suhu air, *heater* mampu menetralkan suhu air dengan rata-rata perubahan suhu air 0,18 derajat Celcius permenit. Hasil dari pengujian fungsionalitas penetral pH air basa, pompa asam mampu bekerja menurunkan pH air dengan rata-rata perubahan pH 0,17 permenit dan untuk pengujian fungsionalitas penetral pH air asam, pompa basa mampu bekerja menaikkan pH air dengan rata-rata perubahan pH 0,17 permenit.

Kata kunci : pH, suhu, otomasi, lele

Abstract

The condition of water pH level and temperature in catfish breeding pond often experience instability. This is because of many factors such as rainfall; climate tends to head or cold; buildup or spoilage of food fish in the pond. The farmers also find it difficult having to check the pH level and temperature of the pool water manually continuously. The good pH and temperature for catfish growth is about between 6,5- 8 and 25-30 degrees Celsius. A way to face the pH instability and water temperature quickly and accurately is by utilization Arduino microcontroller with water pump actuator and heater to automate conditioning pH level and temperature of the catfish pond. In this final paper the writer build a system that is able to detect the PH level and water temperature and can switch on the heater and water pump as a water conditioner tool using a microcontroller that is monitored by LCD (liquid Cristal display). The results of testing the difference in temperature sensor, the sensor can work well with the value of the accuracy of the sensor below ± 0.05 degrees Celsius and the results of testing of the difference in pH, the sensor is able to work well with the value of sensor accuracy under ± 0.05 . The results of testing the functionality of neutralizing the water temperature, the heater is able to neutralize the water temperature with an average change in the water temperature of 0.18 degrees Celsius per minute. The results of testing the functionality of neutralizing pH alkaline water, acid pump capable of working to lower the pH of water with an average change of pH 0.17 per minute and for testing the functionality of neutralizing the pH of the water is acidic, alkaline pumps capable of working to raise the pH of the water with an average change of pH 0, 17 per minute.

Keywords : pH, temperature, automation, catfish

1. Pendahuluan

Kondisi air kolam ikan lele seperti suhu dan asam basa merupakan kunci pokok dalam pembudidayaan ikan lele. Hal ini seringkali diabaikan oleh peternak karena minimnya pengetahuan serta sulitnya alat dan bahan untuk mengetahui kondisi air tersebut. pH yang sesuai untuk ikan lele ialah 6,5 – 8 dengan suhu air antara 25-30 derajat Celcius [1].

Naik turunnya nilai pH dan suhu air dalam kolam lele sangatlah tidak menentu dan diakibatkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah air hujan, iklim suatu daerah dengan tingkat temperatur yang berbeda-beda, dan juga penumpukan atau pembusukan makanan.[1] Keterlambatan dalam penanganan pH dan suhu ideal air kolam dapat menyebabkan efek yang kurang baik bagi pertumbuhan ikan lele dengan dampak tidak maksimalnya hasil panen yang didapat peternak ikan lele. Untuk pencapaian hasil panen pada peternakan ikan lele biasanya mencapai tiga hingga empat bulan dengan pengecekan kondisi suhu tidak diperhatikan dan pH dicek selama kurang lebih empat kali.[7] Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menstabilkan pH dan suhu air kolam ternak ikan lele secara otomatis adalah dengan cara pemanfaatan Mikrokontroler Arduino untuk mengotomatisasi kinerja aktuator pemanas dan penetral kadar asam basa air kolam. Pemilihan *heater* pemanas digunakan pada sistem karena parameter suhu berperan dalam perkembangbiakan lele.

Sistem otomasi yang baik adalah sistem yang mampu mengolah data secara cepat dan tepat terhadap aktuator yang digunakan dalam sistem. Cepat artinya waktu yang dibutuhkan dalam pengiriman data dari alat pembaca sampai proses penetralan air seminimal mungkin dilakukan. Sedangkan tepat artinya nilai kadar pH dan suhu air yang diterima oleh aktuator sebagai standar penetralan kondisi air kolam sesuai dengan apa yang tertera pada layar LCD terhadap nilai pH dan suhu air yang diukur secara langsung (pH meter dan suhu tester di lapangan).

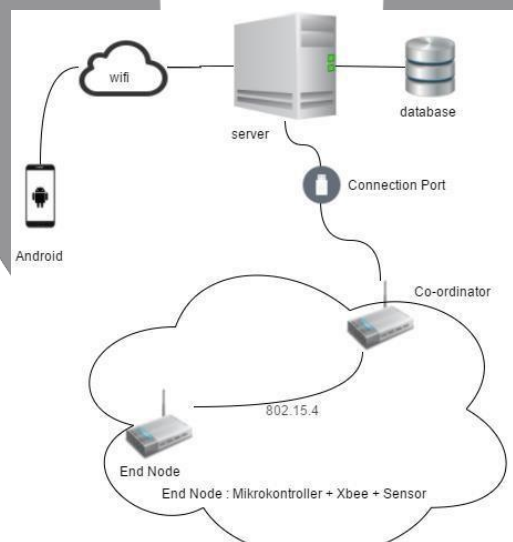
Pada tugas akhir ini dibangun sistem otomasi pengkondisi pH dan suhu air kolam ternak ikan lele yang bekerja menggunakan teknologi Mikrokontroler dengan LCD sebagai alat monitornya. Alat pengkondisi yang digunakan pada sistem adalah dua buah pompa yang akan terhubung ke wadah asam dan wadah basa, dan juga *heater* pemanas air. *Heater* pemanas air yang digunakan pada sistem berupa *heater* pemanas yang mampu mengeluarkan daya panas untuk menetralkan suhu air dingin hingga mencapai titik derajat yang ditentukan

2. Dasar Teori

2.1 Aplikasi Monitoring Tingkat pH Air Kolam Lele Berbasis Android [16]

Pada Tugas Akhir dengan judul “Aplikasi Monitoring Tingkat pH Air Kolam Lele Berbasis Android” membahas tentang bagaimana cara kerja dua buah sensor pH dalam memonitoring pH air kolam ternak ikan lele menggunakan *smartphone* Android dengan Arduino sebagai mikrokontrolernya.

Desain dari Tugas Akhir tersebut bisa dilihat dari gambar di bawah :



Gambar 2.1 Sistem arsitektur monitoring pH [16]

Berdasarkan Gambar 2.1 dan penjelasan Tugas Akhir terkait, sistem terdiri dari mikrokontroler, sensor PH, Xbee, server dan smartphone. Mikrokontroler, sensor PH dan Xbee diintegrasikan menjadi sebuah node yang diletakkan ke beberapa tempat pada kolam. Node ini akan terhubung dengan sebuah co-ordinator menggunakan jaringan Xbee. Co-ordinator merupakan module Xbee yang terhubung secara langsung dengan server melalui connection port. Co-ordinator ini juga berfungsi sebagai router yang menerima data yang dikirimkan oleh node. Data akan disimpan ke dalam database server (MySQL), dimana data tersebut dapat diakses secara realtime dengan menggunakan smartphone melalui jaringan lokal/wifi.

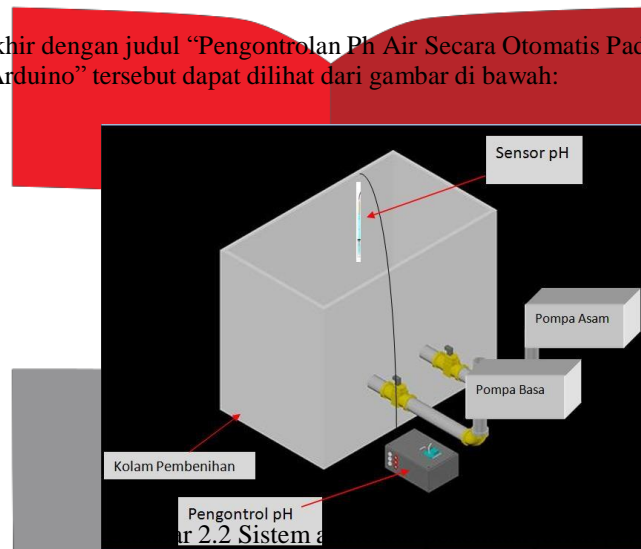
Hasil dari Tugas Akhir tersebut berdasarkan penelitian yang dilakukan adalah dapat diketahui berapa nilai pH dari suatu kolam ikan lele secara realtime yang dipantau dari sebuah *smartphone* Android Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan

Sistem pendukung pengambilan keputusan dapat dijabarkan sebagai sebuah kelas sistem informasi yang terkomputerisasi untuk membantu aktivitas pengambilan keputusan. Menurut Turban (1995), Decision Support System merupakan sistem informasi berbasis komputer yang interaktif, fleksibel, serta dapat menyesuaikan diri yang membantu dalam proses pengambilan keputusan serta mendukung untuk memecahkan masalah yang bersifat non-structured, maupun semi-struktur yang memanfaatkan data dengan interface yang mudah digunakan serta memungkinkan penggunaan wawasan sang pengambil keputusan [3]. Tujuan utama dari SPPK sendiri adalah untuk mendukung dan memperbaiki pengambilan keputusan.

2.2 Pengontrolan pH Air Secara Otomatis Pada Kolam Pembenihan Ikan Kerapu Macan Berbasis Arduino [17]

Pada Tugas Akhir dengan judul “Pengontrolan pH Air Secara Otomatis Pada Kolam Pembenihan Ikan Kerapu Macan Berbasis Arduino” membahas tentang bagaimana cara kerja sensor pH dan dua buah pompa yang mengaliri cairan pH asam dan basa dalam menetralkan pH air kolam dengan menggunakan mikrokontroler Arduino.

Desain dari Tugas Akhir dengan judul “Pengontrolan Ph Air Secara Otomatis Pada Kolam Pembenihan Ikan Kerapu Macan Berbasis Arduino” tersebut dapat dilihat dari gambar di bawah:

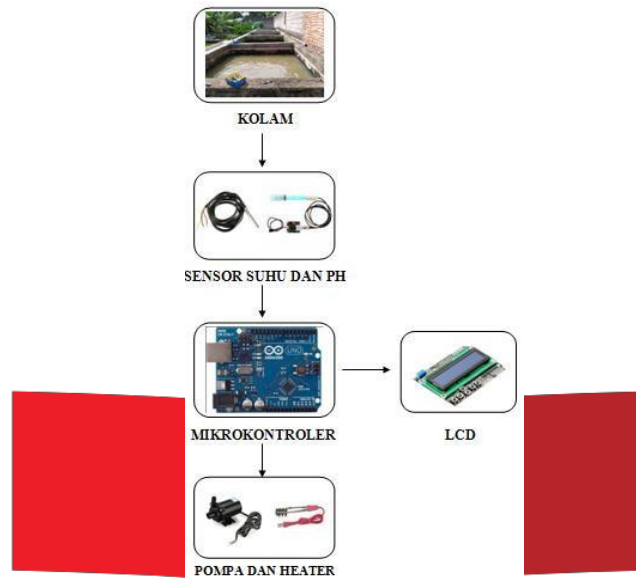


Berdasarkan Gambar 2.2 dan penjelasan Tugas Akhir terkait, sistem terdiri dari mikrokontroler Arduino, sensor pH, kolam pembenihan, dua buah pompa dan dua buah wadah berisi larutan asam dan basa. Sensor pH diletakkan di dalam kolam yang akan melakukan deteksi terhadap air untuk diolah pada mikrokontroler. Mikrokontroler akan menghidupkan pompa apabila terdeteksi nilai pH tidak sesuai dengan nilai pH yang sudah ditentukan.

Hasil dari penelitian terkait yang dilakukan pada jurnal tersebut adalah sistem dapat menetralkan kondisi pH air kolam apabila terdeteksi pH di bawah 7,8 untuk menghidupkan pompa larutan basa dan di atas 8 untuk menghidupkan pompa larutan asam.

Dari kedua penelitian terkait yang tertera di atas, perbedaannya dengan Tugas Akhir ini adalah terdapat pada pengontrol suhu air, dimana pada kedua penelitian terkait tersebut tidak menggunakan parameter suhu di dalam sistemnya. Penelitian terkait yang pertama hanya sebatas monitoring, tidak membahas tentang otomasi pengkondisi air. Sedangkan penelitian terkait yang kedua, hanya menggunakan sensor pH dan pengkondisi air asam dan basa saja, tidak menggunakan pengkondisi suhu yaitu *heater* pemanas

3. Metodologi Perancangan
3.1 Gambaran Umum Sistem



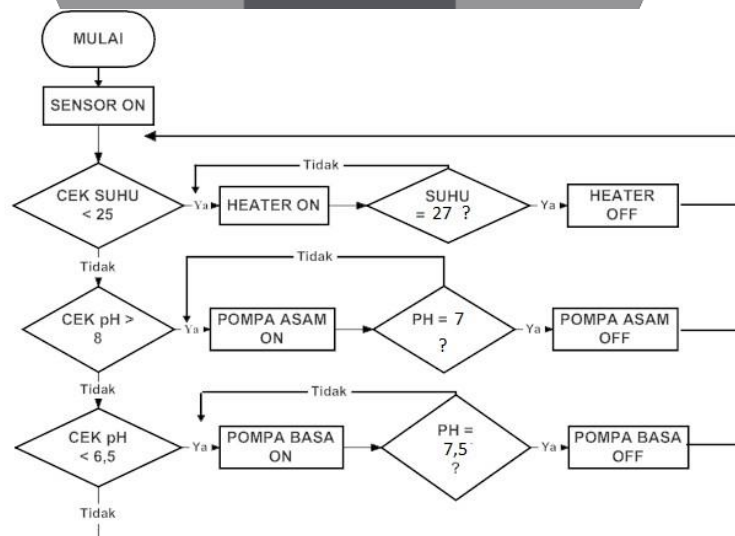
Gambar 3.1 Gambaran umum sistem

Pada perancangan sistem monitoring otomatis penetrasi tingkat pH dan suhu air ini, sistem terdiri dari mikrokontroler, sensor pH, sensor suhu, heater, dua buah pompa air, dua buah wadah berisi air basa dan asam, LCD dan kolam berukuran ± 2x2x1. Sensor pH, sensor suhu, pompa air dan heater terhubung dengan mikrokontroler yang akan diintegrasikan saling bertukar informasi.

Sensor suhu, sensor pH, dan modul heater diletakkan berada di dalam air kolam, sedangkan untuk kedua pompa air diintegrasikan terhubung dengan wadah berisi air basa dan air asam dan diletakkan di atas permukaan kolam.

Wadah air asam dan wadah air basa terhubung dengan kolam menggunakan selang sehingga pompa yang akan bekerja untuk mensirkulasi air dapat menyedot dan membuang air yang berada di dalam kolam. Heater diletakkan di tengah-tengah kolam berada dipermukaan air dengan bantuan penyangga agar jaraknya tidak terlalu jauh dengan sensor suhu yang dipasang di kolam. LCD pada sistem ini digunakan untuk menampilkan kondisi pH dan suhu yang didapat dari hasil deteksi sensor suhu DS18 dan sensor pH probe. Ketika sensor mendeteksi kondisi air tidak stabil atau berada di luar batasan yang sudah ditentukan, maka mikrokontroler akan dengan otomatis menyalakan aktuator yaitu pompa air dan heater.

3.2 Flowchart Sistem



Gambar 3.2 Flowchart sistem

Proses dilakukan secara serial dimana yang pertama dilakukan oleh sistem adalah mendapatkan data yang diakuisisi oleh sensor suhu yang kemudian dilakukan pengecekan kestabilan suhu berdasarkan nilai yang ditentukan. Jika suhu berada di bawah 25 derajat Celcius, maka mikrokontroler akan melakukan proses penyalaan *heater* pemanas hingga suhu mencapai 27 derajat Celcius untuk mematikan *heater*. Bila kondisi suhu air berada pada batas normal di atas 25 derajat Celcius, maka selanjutnya dilakukan pengecekan kondisi pH. Apabila pH terdeteksi di atas 8, maka mikrokontroler akan melakukan proses penyalaan pompa air asam untuk menurunkan kadar pH hingga kondisi air kembali normal pada nilai 7 dan sistem akan otomatis kembali lagi dari awal. Ketika kedua tahap tersebut, yaitu pengecekan suhu dan kadar pH basa tidak melewati batas normal (netral), barulah sampai pada tahap pengecekan pH asam di bawah 6,5. Jika pH air terdeteksi berada di bawah 6,5 maka mikrokontroler akan melakukan penyalaan pompa air basa menaikkan nilai pH air hingga berada pada kadar normal yaitu 7,5. Jika pengecekan pH di bawah 6,5 sudah dilakukan dan tidak terdeteksi berada di bawah 6,5 maka kerja sistem akan kembali lagi ke awal.

Sistem akan terus beroperasi melakukan deteksi kondisi air secara terus menerus hingga sistem dimatikan dan selesai:

4. Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi



Gambar 3.2 Implementasi sistem

Implementasi secara keseluruhan sistem terlihat dari gambar 3.2, sistem diletakkan tepat ditengah-tengah kolam dengan bantuan papan penyangga. Mikrokontroler dan board sensor diletakkan di dalam sebuah box plastik agar terlindung dari percikan air. Sensor diletakkan tepat ditengah-tengah kolam dengan bantuan papan penyangga. Sensor diletakkan ditengah-tengah kolam agar dapat mendeteksi seluruh cakupan luas air kolam. Berdasarkan pengujian dan implementasi yang dilakukan, deteksi nilai pH di titik tengah kolam lebih berisiran mencakup secara keseluruhan luas kolam apabila dibandingkan dengan letak sensor di pinggir kolam. Wadah diletakkan tepat ditengah-tengah kolam dengan bantuan papan penyangga. Wadah diletakkan di tengah-tengah kolam agar selain dekat dengan deteksi sensor, juga agar tidak terlalu jauh cakupan pencampuran air yang berasal dari wadah untuk dialiri ke dalam kolam. Berdasarkan pengujian dan implementasi yang dilakukan, apabila diletakkan di dipinggir kolam maka waktu untuk menetralkan kondisi pH air dengan luas kolam $\pm 2 \times 2 \times 1$ semakin lama karena jangkauan yang harus dicapai untuk menetralkan air terlalu jauh dan sulit untuk tercampur rata

4.2 Pengujian

4.2.1 Hasil Pengujian Selisih Sensor

Skenario pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai selisih antara sensor dengan alat pembanding yang akan digunakan dalam mendeteksi nilai pH dan suhu air yaitu pH meter digital dan termometer. Termometer yang digunakan sebagai pembanding dengan sensor DS18 pada pengujian ini adalah termometer air digital jenis TP101 dengan rentang ukur -50 hingga 300 derajat Celcius dan dengan tingkat ketelitian 0,1 derajat Celcius. Untuk pembanding sensor pH digunakan pH meter digital jenis ATC dengan rentang ukuran 0.0 hingga 14,0 dan tingkat ketelitiannya adalah $\pm 0,1$ pH.

Pada pengujian ini digunakan sampel larutan yang berbeda untuk pembacaan pH dan suhu. Pada pengujian sensor pH dengan pH meter digital, asam asetat digunakan untuk menaikkan nilai pH air dan NaOH

yang mengandung basa kuat digunakan untuk menurunkan nilai pH air yang dimana kedua larutan tersebut akan ditambahkan secara bertahap sebanyak tiga kali untuk asam asetat dan dua kali untuk NaOH ke dalam wadah berisi air dengan nilai pH normal 6,8 yang kemudian akan dicatat setiap selisih yang didapat dari sensor pH dan pH meter digital dari setiap perubahan yang terjadi.

Untuk pengujian sensor suhu DS18, air es dengan nilai suhu 0 derajat Celcius ditambahkan secara bertahap sebanyak 5 kali penambahan ke dalam wadah berisi air dengan suhu normal 27 derajat Celcius. Data yang dibaca oleh sensor akan dibandingkan dengan data yang didapat menggunakan cara manual (termometer). Dari perbandingan tersebut bisa didapat selisih dari sensor pH probe dan sensor DS18 terhadap pH meter digital dan termometer sebagai pembandingan yang digunakan pada sistem.

Tabel 4.1: Perbandingan Nilai Suhu Sensor DS18 Dengan Termometer

Penambahan air Es Ke-	Sensor DS18 (°C)	Termometer (°C)	Selisih suhu (°C)
1	28,83	28,86	0,03
2	26,33	26,35	0,02
3	25,14	25,14	0
4	24,45	24,49	0,04
5	23,32	23,34	0,02
MIN	23,32	23,33	0,01
MAX	28,83	28,86	0,03
Rata-Rata	25,61	25,63	0,044

Berdasarkan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh oleh sensor DS18 memiliki perbedaan dengan hasil dari termometer. Dari beberapa hasil percobaan selisih sensor DS18 dengan termometer pada kisaran 0 - 0,04 dengan rata-rata selisih suhu = 0,044. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh tingkat keakuratan yang dimiliki sensor suhu DS18 yaitu sebesar $\pm 0,05$.

Tabel 1.2: Perbandingan Sensor pH Probe Dengan pH Meter Digital

Penambahan NaOH/Asetat	Sensor pH Probe	pH Meter Digital	Selisih pH
Awal /Normal	6,8	6,8	0,00
NaOH	7,31	7,3	0,01
NaOH	8,22	8,2	0,02
Asetat	7,93	7,9	0,03
Asetat	5,21	5,2	0,01
Asetat	4,53	4,5	0,03
MIN	4,53	4,5	0,00
MAX	8,22	8,2	0,03
Rata-Rata	6,66	6,65	0,016

Berdasarkan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh oleh sensor pH probe memiliki perbedaan dengan hasil dari pH meter digital. Dari beberapa hasil percobaan selisih sensor pH probe dengan pH meter digital pada kisaran 0 - 0,03 dengan rata-rata selisih pH = 0,016. Perbedaan hasil ini juga disebabkan oleh tingkat keakuratan yang dimiliki sensor pH probe yaitu sebesar $\pm 0,05$.

4.2.2 Hasil Pengujian Fungsionalitas Pengkondisi Suhu Air

Pengujian ini dilakukan pada subuh hari pukul 4.00 daerah Bandung dengan suhu air yang akan diuji berada pada nilai 20 derajat Celcius. Pengujian dilakukan pada pagi hari agar suhu lingkungan/udara tidak memberi efek panas pada air dan juga agar suhu air yang diuji dapat mencapai 20 derajat Celcius untuk mempermudah pengujian dalam mendapatkan suhu air yang sudah ditentukan pada pengujian. Pengujian dilakukan di dalam kolam dengan ukuran $\pm 2 \times 2 \times 1$ meter dengan volume air ± 2000 liter dan kondisi sistem masih mati. Kemudian sistem akan dihidupkan untuk mulai mendeteksi dan menghidupkan *heater* pemanas air secara otomatis untuk memanaskan suhu air yang berada pada nilai awal 20 derajat Celcius menjadi normal kembali pada nilai 27 derajat Celcius.

Dari pengujian ini akan diamati apakah *heater* mampu mengubah kondisi suhu air dari suhu 20 derajat Celcius menjadi 27 derajat Celcius dan akan dihitung berapa lama waktu yang dibutuhkan hingga *heater* pemanas air akan mati.

Tabel 4.3: Hasil Pengujian Suhu

Percobaan Ke-	Suhu Awal (°C)	Suhu Akhir (°C)	Range Suhu Akhir-Awal (°C)	Waktu Penetralkan (Menit)	Kenaikan suhu/ Menit
1	21,2	27	5,8	28,7	0,20
2	22,4	27	4,6	27,5	0,16
3	21,5	27	5,5	28,2	0,19
Rata-rata	21,7	27	5,3	28,1	0,18

Berdasarkan Tabel 4.3, menunjukkan bahwa dari tiga kali percobaan yang dilakukan, *heater* mampu melakukan pengkondisian suhu air secara otomatis dari keadaan suhu di bawah 25 derajat Celcius menjadi normal kembali dengan rata-rata kenaikan suhu permenitnya = 0,18 derajat Celcius. Dengan rata-rata kenaikan suhu permenit 0,18 maka untuk perubahan setiap 1 derajat Celcius sistem membutuhkan waktu 5,55 menit pengkondisian. Dengan rata-rata kenaikan suhu permenit 0,18 pada volume air pengujian ± 2000 liter, maka untuk kenaikan rata-rata suhu pada volume air ± 4000 liter adalah 0,36

4.2.3 Hasil Pengujian Fungsionalitas Pengkondisi Kadar pH Asam

Pada pengujian ini digunakan air dengan volume ±2000 liter yang memiliki nilai pH mendekati 4,00 pada kolam berukuran ± 2x2x1 dengan kondisi sistem masih mati. Kemudian sistem akan dinyalakan untuk menghidupkan pompa air basa secara otomatis berdasarkan deteksi sensor untuk mengubah keadaan air yang awalnya 4,00 menjadi normal yaitu 7,5 agar pompa dimatikan.

Dari pengujian ini akan diamati apakah sistem mampu menaikkan kondisi pH air dari yang sebelumnya berada pada nilai 4,00 hingga berada pada nilai 7,5 dan berapa waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk menaikkan nilai pH air tersebut.

Tabel 4.4: Hasil Pengujian pH Asam

Percobaan Ke-	pH Awal	pH Akhir	Range pH Akhir-Awal	Waktu Penetralkan (Menit)	Kenaikan pH/Menit
1	4,65	7,5	2,85	16,2	0,17
2	4,62	7,5	2,88	16,5	0,17
3	4,57	7,5	2,93	17,2	0,17
Rata-rata	4,61	7,5	2,88	16,6	0,17

Berdasarkan Tabel 4.4, menunjukkan bahwa dari tiga kali percobaan yang dilakukan, pompa asam mampu melakukan pengkondisian suhu air secara otomatis dari keadaan pH di bawah 6,5 menjadi normal kembali dengan rata-rata kenaikan pH permenitnya = 0,17. Dengan rata-rata kenaikan pH permenit 0,17 maka untuk perubahan setiap 1 pH sistem membutuhkan waktu 5,88 menit pengkondisian air asam. Dengan rata-rata kenaikan pH permenit 0,17 pada volume air pengujian ± 2000 liter, maka untuk kenaikan rata-rata pH pada volume air ± 4000 liter adalah 0,34

4.2.4 Hasil Pengujian Fungsionalitas Pengkondisi Kadar pH Basa

Pada pengujian ini digunakan air bervolume ±2000 liter yang memiliki nilai pH mendekati 9,00 pada kolam berukuran ±2x2x1 dengan kondisi sistem masih mati. Kemudian sistem akan dinyalakan untuk menghidupkan pompa air asam secara otomatis berdasarkan deteksi sensor untuk mengubah keadaan air yang awalnya adalah 9,00 menjadi normal yaitu 7 dan pompa mati secara otomatis.

Dari pengujian ini akan diamati apakah sistem mampu menurunkan kondisi pH air dari yang sebelumnya berada pada nilai 9.00 hingga berada pada nilai 7 dan berapa waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk menurunkan nilai pH air tersebut.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian pH Basa

Percobaan Ke-	pH Awal	pH Akhir	Range pH Akhir-Awal	Waktu Penetralan (Menit)	Penurunan pH/Menit
1	9,00	7	2,00	11,22	0,17
2	8,98	7	1,98	11	0,18
3	8,90	7	1,90	10,4	0,18
Rata-rata	8,96	7	2,28	10,8	0,17

Berdasarkan Tabel 4.5, menunjukkan bahwa dari tiga kali percobaan yang dilakukan, pompa basa mampu melakukan pengkondisian pH air secara otomatis dari keadaan pH di atas 8 menjadi normal kembali dengan rata-rata penurunan pH permenitnya = 0,17. Dengan rata-rata penurunan pH permenit 0,17 maka untuk perubahan setiap 1 pH sistem membutuhkan waktu 5,88 menit pengkondisian air basa. Dengan rata-rata kenaikan pH permenit 0,17 pada volume air pengujian ± 2000 liter, maka untuk kenaikan rata-rata pH pada volume air ± 4000 liter adalah 0,34.

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian selisih sensor, untuk sensor suhu dapat mendeteksi kadar air dengan baik dimana didapat nilai keakuratan sensor masih berada di bawah $\pm 0,05$ derajat Celcius, untuk sensor pH dapat mendeteksi kadar air dengan baik dengan nilai keakuratan sensor juga masih berada di bawah $\pm 0,05$ pH.
2. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas sistem pada bagian pemanas suhu air, aktuatur *heater* dapat bekerja menetralkan kondisi suhu air kolam ternak ikan lele secara otomatis dengan rata-rata kenaikan suhu permenitnya adalah 0,18 derajat Celcius. Dengan rata-rata kenaikan suhu permenit 0,18 maka untuk perubahan setiap 1 derajat Celcius sistem membutuhkan waktu 5,88 menit pengkondisian suhu air.
3. Berdasarkan hasil pengujian fungsionalitas sistem penetral kadar pH, pompa basa mampu bekerja menetralkan kondisi pH air asam secara otomatis dengan rata-rata kenaikan pH 0,17 permenit, dan pompa asam mampu melakukan penetralan pH air basa dengan rata-rata penurunan pH 0,17 permenit. Dengan rata-rata penurunan pH permenit 0,17 maka untuk perubahan setiap 1 pH sistem membutuhkan waktu 5,88 menit pengkondisian air asam dan dengan rata-rata kenaikan pH permenit 0,17 maka untuk perubahan setiap 1 pH sistem membutuhkan waktu 5,88 menit pengkondisian air basa..

5.2 Saran

1. Memberikan penambahan aktuatur pendingin suhu air, agar dapat menetralkan kondisi suhu air yang melebihi batas di atas 30 derajat Celcius secara otomatis.
2. Perlu dilakukan perancangan wadah air penetral yang lebih besar dan penambahan ukuran panjang selang pompa dengan tidak mengganggu kondisi kolam.
3. Perlu dilakukan penambahan sistem pembuang air yang melebihi batas volume kolam.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasrudin, *Jurus Sukses Beternak Lele*, Jakarta: Agro Media, 2009.

- [2] Prayogo, Rudito. 2012. Pengaturan PWM dengan PLC . Malang:Universitas Brawijaya Malang.
- [3] Sitorus, L.Kristanto Adynata. 2009.Perancangan Pemanas Air Kolam Otomatis Berbasis Atmega 8535. Medan:Universitas Sumatera Utara.
- [4] Raditya, Dimas Enrico dkk. 2012. *Pengendalian Suhu Pada Budidaya Sawi Dalam Green House*. Semarang : Politeknik Negeri Semarang.
- [5] A. Cahya, Prinsip dan Cara Kerja Ph Meter, Jakarta : Universitas Trisakti, 2009..
- [6] L. S.-r. Piyare R., Performance Analysis of XBEE ZB Module Based Wireless Sensor Network, South Korea, 2013
- [7] Taslihan, A. Supito. Sutikno, E. Callinan,R.B.2003. '*Teknik BudidayaLeleSecaraBenar*'. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau.
- [8] "Spesifikasi DS18," [Online]. Available : <http://www.geraicerdas.com/sensor/temperature/digital-temperature-ds18b20-waterproof-detail>. [Diakses 3 Oktober 2016]
- [9] "Sistem Mikroprosesor," [Online]. Available: <https://sismik.stei.itb.ac.id/2016/05/24/kendali-pemanas-air/>. [Diakses 3 Februari 2015].
- [10] "Drive The Future," [Online]. Available: [http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](http://dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161)). [Diakses 3 Oktober 2015].
- [11] "Sensor suhu DS18," [Online]. Available : <http://www.arduino.web.id/2016/04/cara-menampilkan-suhu-dengan-arduino>. [Diakses 21 November 2016].
- [12] <http://digilib.unpas.ac.id/download.php?id=98>. (5 Maret 2015).
- [13] "Arduino," [Online]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. [Diakses 10 Oktober 2015].
- [14] "Micro," [Online]. Available: <http://indonesian.micro-airpump.com/sale-2233826-super-quiet-micro-air-pump-for-fish-tank-brushless-dc-oem-vacuum-pump>. [Diakses 9 September 2016].
- [15] "Program HCS Go Succes," [Online]. Available: <http://programhcs.com/cara-budidaya-ternak-ikan-lele-di-kolam-terpal-lengkap-untuk-pemula/>. [Diakses 9 September 2016].
- [16] Raspopo, Rilo. 2016. Aplikasi Monitoring Tingkat pH Air Kolam Lele Berbasis Android . Bandung : Universitas Telkom.
- [17] Rojeff, Saidul. 2016. Pengontrolan pH Air Secara Otomatis Pada Kolam Pembenihan Ikan Kerapu Macan Berbasis Arduino . Tanjung Pinang : Universitas Maritim Raja Ali Haji.
- [18] "Elektronika Dasar," [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.web.id/lcd-liquid-cristal-display/>. [Diakses 3 Oktober 2016].