

SISTEM PERTANIAN TERPADU SKALA MIKRO BERBASIS IoT PADA IKAN LELE

1st Aurellia Kartika Estiningtyas
Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

aurelliakartika@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ir. Achmad Ali Muayyadi, M.,Sc., Ph.D.
S1 Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

alimuayyadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Nasrullah Armi, ST., M.Eng., Ph.D.
S1 Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

nasrullah.armi@gmail.com

Abstrak — Budidaya ikan lele merupakan salah satu kegiatan membutuhkan waktu dan tenaga. Monitoring dan controlling yang dilakukan terhadap kekeruhan, pH air dan pemberian pakan ikan pada budidaya ikan lele masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan kurangnya efektifitas, efisiensi waktu, dan membutuhkan lebih banyak sumber daya. Berdasarkan permasalahan yang ada, sebuah sistem pertanian terpadu skala mikro berbasis IoT dibuat. Pengelolaan pada sektor perikanan akan dilakukan monitoring dan controlling pada kekeruhan air, dan pemberian pakan otomatis. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada air kolam ikan lele saat pH berada diluar rentang 6.5 hingga 8.5 atau kondisi kekeruhan air berada diatas 50 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) maka sirkulasi atau pengurasan air akan aktif secara otomatis. Sirkulasi atau pengurasan air dilakukan dengan mengeluarkan air pada kolam ikan lalu memasukan air bersih yang baru pada kolam ikan. Pemberian pakan yang dilakukan secara otomatis juga dapat dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00 pakan ikan akan keluar dari wadah penampungan pakan. Penerapan *Internet of Things* pada sistem yang dibuat mampu memberikan kemudahan dalam monitoring dan controlling bagi pembudidaya.

Kata kunci— perikanan, lele, pH, kekeruhan, pakan, IoT.

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2019 produksi perikanan budidaya ikan lele mencapai 1.000.647 Ton [1]. Banyaknya produksi ikan lele, menjadikan budidaya ikan lele sebagai salah satu kebutuhan pasar dalam sektor perikanan yang paling diminati di Indonesia. Keterbatasan lahan dan sumber daya akan membuat perkembangan ikan lele menjadi sulit[2]. Budidaya ikan lele dilakukan dengan kondisi kekeruhan air dibawah 50 NTU serta keasaman pH air antara 6.5-8.5. Jika nilai pH dibawah 6.5 akan membuat penggumpalan pada dasar kolam ikan lele serta jika pH diatas 8 akan membuat nafsu makan ikan lele berkurang [3]. Mahalnya harga pelet dalam budidaya ikan lele dapat memakan separuh biaya budidaya, diperlukan sebuah manajemen pemberian pakan untuk meminimalisir suatu kerugian karena pakan yang tidak efisien atau berlebihan [4]. Pemberian pakan adalah salah satu hal yang sangat penting dan harus diperhatikan. Pemberian pakan yang tidak terjadwal mengakibatkan kanibalisme antar ikan lele meningkat[5].

Berdasarkan permasalahan yang ada, sebuah sistem dirancang agar dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi

penggunaan sumberdaya dan waktu. Monitoring dan *controlling* terhadap pH, kekeruhan dan pemberian pakan secara otomatis dilakukan pada sektor perikanan. Kondisi pH pada saat berada dibawah 6.5 atau diatas 8.5 akan mengaktifkan sirkulasi air untuk mengganti air yang berada didalam kolam ikan. Kondisi kekeruhan air pada saat kekeruhan dengan nilai diatas 50 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) akan mengaktifkan sirkulasi air atau pengurasan air, agar kondisi kekeruhan air menjadi dibawah 50 NTU. Sirkulasi air juga dapat dilakukan secara manual, dengan menekan tombol aktifkan pengurasan air pada website. Pemberian pakan secara otomatis juga dapat dilakukan dengan mengatur waktu yang telah ditentukan yaitu pada pukul 08.00 dan pukul 16.00. Dalam perancangan sistem menggunakan IoT tersebut, sistem perikanan dapat memberikan informasi mengenai pemberian pakan ikan lele, pH, dan kekeruhan air sehingga pemberian pakan dan kualitas air dapat termonitoring dan terkontrol dengan baik.

II. KAJIAN TEORI

A. Ikan Lele

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang dapat dijadikan bahan konsumsi. Ikan lele memiliki nama ilmiah *Clarias sp.* dan termasuk dalam keluarga *Clariidae*. Budidaya ikan lele banyak dilakukan karena ikan lele dapat tumbuh dengan cepat dan permintaan pasar yang tinggi. Pembudidayaan ikan lele dapat dilakukan pada kolam atau tambak dengan memperhatikan pengaturan kualitas air dan pakan yang sesuai.

B. Sensor pH

Sensor pH (*Power of Hydrogen*) merupakan sebuah perangkat untuk mengukur keasaman dan kebasaan yang dimiliki suatu larutan. Sensor pH dapat bekerja dengan menyimpannya di larutan lalu pada probe elektroda kaca terdapat larutan HCL yang akan mengukur besaran jumlah ion H_3O^+ sehingga kadar pH dapat diketahui.

C. Sensor Turbidity (Kekeruhan)

Sensor kekeruhan merupakan perangkat yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat kejernihan atau kekeruhan air. Tingkat kekeruhan air dapat ditunjukkan dengan banyaknya partikel yang ada di dalam air. Prinsip kerja sensor yang digunakan yaitu semakin tinggi tingkat

kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan dari tegangan output sensor.

D. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler pengembangan dari mikrokontroler ESP8266. Di dalam ESP32 terdapat *chip* modul WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral yang dapat digunakan untuk membuat sebuah sistem *Internet of Things* (IoT). Mikrokontroler ESP32 memungkinkan untuk melakukan komunikasi atau pertukaran data melalui kabel dengan menggunakan beberapa protocol.

E. RTC

RTC (*Real-Time Clock*) merupakan sebuah perangkat modul jam elektronik berupa chip yang dapat digunakan untuk mengukur waktu secara akurat berdasarkan jam, menit, detik, tanggal dan juga bulan. RTC dapat digunakan secara terus menerus.

F. Pompa Air

Pompa air merupakan perangkat mekanik yang digunakan untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa air bekerja ketika mendapatkan tegangan 12v sehingga dibutuhkan power supply untuk bisa menggunakan alat ini, bila diberi tegangan langsung ke mikrokontroler alat ini tidak akan kuat dikarenakan arus yang dibutuhkan harus besar.

G. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor listrik yang menggunakan arus DC dan dikontrol melalui pulsa listrik. Motor servo dapat digunakan untuk mengontrol posisi sudut atau pergerakan linear dengan presisi tinggi. Motor servo dilengkapi dengan poros output dan mekanisme penggerak yang tergantung pada aplikasi tertentu. Poros dan mekanisme ini mengubah gerakan rotasi motor menjadi gerakan linear atau sudut yang diinginkan.

H. Relay

Relay merupakan saklar (switch) perangkat elektronik yang digunakan untuk mengendalikan sirkuit listrik dengan menggunakan sinyal listrik dari sumber eksternal. *Relay* berfungsi berdasarkan prinsip elektromagnetik dan digunakan untuk mengontrol aliran arus listrik dengan menghubungkan atau memutuskan sirkuit secara mekanis.

I. Software Arduino IDE

Software Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan sebuah perangkat lunak yang berperan untuk memprogram mikrokontroler agar komponen dapat bekerja sesuai program. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA. Arduino IDE juga dilengkapi dengan library C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi input dan output menjadi lebih mudah. Fitur yang tersedia pada arduino IDE antara lain *text editor*, serial monitor, *compiler* dan *uploader*, *library*, dan *board manager*.

J. Power Supply (Catu Daya)

Power Supply atau catu daya merupakan perangkat sistem yang menyediakan daya listrik untuk perangkat elektronik

atau sistem lainnya sebagai sumber daya dalam bentuk tegangan.

K. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep teknologi pernakat yang dapat terhubung dengan internet yang dapat berinteraksi dengan manusia atau perangkat lainnya. IoT terus dikembangkan untuk membantu mempermudah aktivitas kerja manusia. IoT dapat berfungsi dengan melibatkan beberapa hal penting seperti sensor, jaringan, perangkat lunak, perangkat keras, dan komputasi awan untuk mengumpulkan, mengirim, dan menganalisis data yang dihasilkan oleh perangkat terhubung.

III. METODE

Masing-masing sub-sistem menggunakan sensor yang terhubung dengan mikrokontroler untuk mengetahui parameter yang menjadi acuan pengambilan keputusan. Sektor perikanan berupa kolam ikan lele akan menilai pH air, kekeruhan air untuk sistem sirkulasi atau pengurusan air dan pemberian pakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

A. Objek Penelitian

Objek yang akan diteliti yaitu *monitoring* dan *controlling* pH dan kekeruhan air pada kolam ikan lele dengan melakukan sirkulasi air atau pengurusan air serta pemberian pakan berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

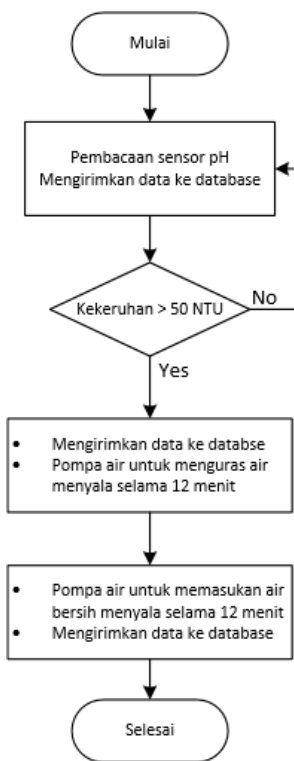
B. Rancangan Penelitian

Dalam menyelesaikan permasalahan terkait *monitoring* dan *controlling* pH, kekeruhan air, serta pemberian pakan pada kolam ikan lele, maka berikut ini langkah-langkah sebagai yang dilakukan :

1. *Research and information collecting*, merupakan proses mengumpulkan data, analisis kebutuhan, dan identifikasi masalah dari berbagai sumber informasi seperti jurnal, karya ilmiah, buku, internet dan lain sebagainya.
2. *Planning*, merupakan tahapan untuk menentukan perumusan tujuan, perencanaan kegiatan, kebutuhan untuk melaksanakan penelitian yang dilakukan.
3. Pengembangan produk, merupakan sebuah langkah-langkah untuk membuat desain dan spesifikasi sistem *monitoring* dan *controlling* kualitas ikan lele berdasarkan pH dan kekeruhan air yang akan dikembangkan. Sistem pemberian pakan memperhatikan mekanisme pemberian pakan yang tepat, serta pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai.
4. Uji coba, merupakan langkah pengujian sistem yang telah dibuat apakah benar sudah bekerja dengan baik dalam *monitoring* dan *controlling* pH, kekeruhan air, dan pemberian pakan.
5. Analisis, merupakan tahapan untuk menganalisis terhadap data yang diperoleh dari hasil uji coba yang telah dilakukan dan dapat menjadi pengembangan atau perbaikan untuk penelitian lebih lanjut.

C. Sistem Kerja Sensor pH

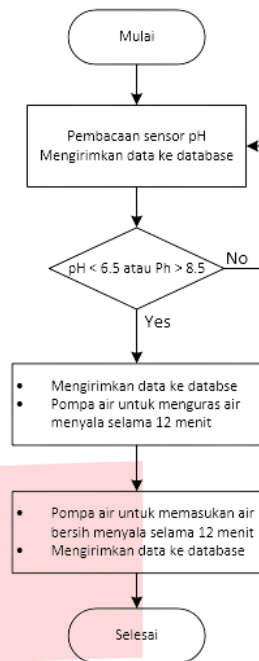
Gambar 1 adalah gambaran dari alur kerja sektor perikanan untuk bagian pH. Sensor pH digunakan untuk mengukur kondisi pH air pada kolam ikan lele. Sensor akan mendeteksi nilai pH air lalu akan mengirimkan datanya ke database. Sensor pH air pada saat mendeteksi nilai dibawah 6.5 atau berada diatas 8.5 akan mengirimkan data ke database, setelah itu sirkulasi air akan aktif. Air pada kolam ikan akan dikeluarkan menggunakan pompa pengurasan yang akan menyala selama 12 menit. Setelah pompa pengurasan air tidak menyala, pompa pengisian air bersih yang akan menyala selama 12 menit lalu pompa akan berhenti menyala kembali yang berarti pengisian air sudah selesai. Sirkulasi air tidak akan menyala jika nilai pH berada pada rentang nilai antara 6.5 hingga 8.5.



Gambar 1 (C) Sistem Kerja pH

D. Sistem Kerja Kekeruhan

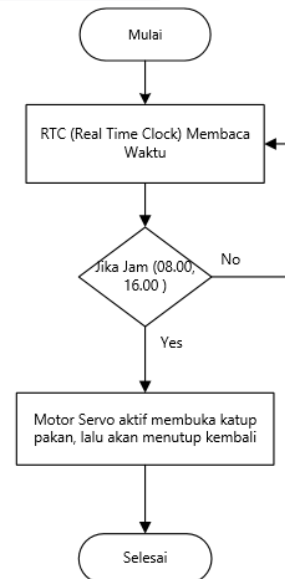
Gambar 2 merupakan gambar dari alur kerja sektor perikanan untuk bagian kekeruhan. Sensor kekeruhan digunakan untuk mengukur kondisi kekeruhan air pada kolam ikan lele. Sensor akan mendeteksi nilai kekeruhan air lalu akan mengirimkan datanya ke database. Jika sensor kekeruhan air mencapai nilai lebih besar dari 50 NTU data akan dikirimkan ke database lalu sirkulasi air akan menyala. Pompa untuk menguras air kotor di dalam kolam ikan akan menyala selama 12 menit lalu berganti dengan pompa untuk mengisi air bersih ke dalam kolam akan menyala selama 12 menit dan mengirimkan data ke database. Jika nilai sensor kurang dari 50 NTU sirkulasi air tidak akan aktif.



Gambar 2 (D) Sistem Kerja Kekeruhan

E. Sistem Kerja Pemberian Pakan Otomatis

Gambar 3 merupakan gambar flowchart dari pemberian pakan ikan lele secara otomatis. Pemberian pakan ikan lele dilakukan berdasarkan waktu yang telah ditentukan pada pukul 08.00 dan 16.00.

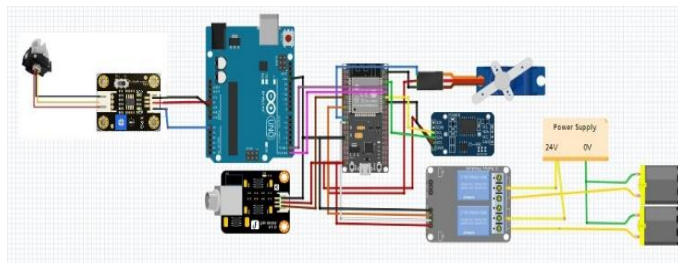


Gambar 3 (E) Sistem Kerja Pemberian Pakan

F. Rangkaian Skematik Sistem

Gambar 4 merupakan gambar skematik sistem yang digunakan pada sub sistem perikanan. Pada bagian pin TX ESP32 dihubungkan dengan pin TX arduino uno, lalu ground pada arduino uno dihubungkan dengan ground pada ESP 32. Pin ground pada Arduino uno dihubungkan dengan ground pada sensor turbidity, lalu pin A3 pada arduino uno dihubungkan dengan pin 3(out) pada sensor turbidity, dan pin 5v pada ESP32 dihubungkan dengan pin 4 pada sebagai vcc pada sensor turbidity. Pin ground pada ESP32 dihubungkan

dengan ground pada sensor pH, pin 5V pada ESP32 dihubungkan dengan vcc sensor pH, pin 35 dihubungkan dengan output pin pada sensor pH. Pin 21 ESP 32 juga dihubungkan dengan RTC pada pin SCL, pin ground dan pin vcc pada ESP32 dengan RTC juga dihubungkan, pin 22 pada ESP32 dihubungkan dengan pin SDA pada RTC. Pin 27 ESP 32 dihubungkan dengan relay pada pin IN2, pin 33 pada ESP32 dihubungkan dengan IN1 pada relay, vcc dan ground juga saling dihubungkan. Relay channel 1 dan channel 2 dihubungkan dengan power supply pada dan juga pompa.



Gambar 4 (F) Rangkaian Skematik Sistem

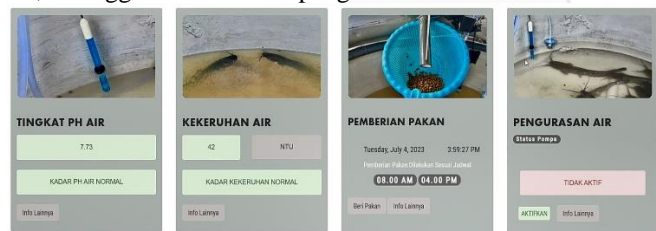
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masing-masing sub-sistem menggunakan sensor yang terhubung ke mikrokontroler untuk mengetahui parameter yang menjadi acuan pengambilan keputusan.

A. pH air pada kolam ikan lele

Pengujian pH dilakukan pada air di dalam kolam ikan lele. Apabila nilai sensor pH berada dibawah 6.5 atau diatas 8.5 maka akan mengaktifkan sirkulasi air. Air kotor akan dikeluarkan lalu air bersih akan dimasukkan kembali ke kolam ikan lele. Apabila nilai pH berada diantara 6.5 dengan 8.5 maka sirkulasi tidak akan aktif karena pH air berada pada keadaan normal. Data-data sensor yang diperoleh akan dikirimkan ke database dan akan ditampilkan pada web.

Gambar 5 merupakan hasil dari pembacaan sensor pH air dengan nilai 7.73. Nilai pH pada gambar berada pada rentang 6.5 hingga 8.5 yang merupakan batasan normal tingkat pH air, sehingga sirkulasi atau pengurasan air tidak akan aktif.



Gambar 5 Kondisi pH 7.73 (Normal)

Gambar 6 merupakan hasil pengujian dengan nilai pH 6.48, nilai pH tersebut berada dibawah 6.5 sehingga sirkulasi atau pengurasan air akan aktif.



Gambar 6 Kondisi pH 6.48 (Tidak Normal)

Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian kuliatas pH air yang berada pada kolam ikan lele. Pada data no 7 sirkulasi air aktif karena kondisi kekeruhan pada kolam ikan lebih dari 50 NTU.

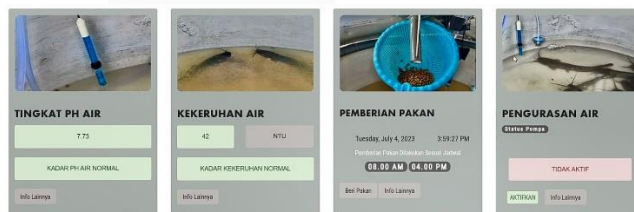
Tabel 1 Hasil pengujian pH

Data	Tanggal	pH	Sirkulasi air
1	14 Juni 2023	6.73	Tidak Aktif
2	17 Juni 2023	6.48	Aktif
3	18 Juni 2023	6.64	Tidak Aktif
4	22 Juni 2023	6.24	Aktif
5	22 Juni 2023	6.75	Tidak Aktif
6	3 Juli 2023	7.22	Tidak aktif
7	4 Juli 2023	7.57	Aktif
8	4 Juli 2023	7.73	Tidak Aktif

B. Kekeruhan air kolam ikan lele

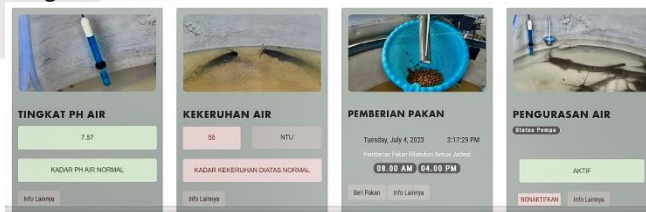
Pengujian untuk kekeruhan air pada kolam ikan lele dilakukakn dengan kondisi air yang berbeda-beda. Saat Kondisi air berada dibawah 50 NTU maka kekeruhan air masih normal dan sirkulasi air tidak akan aktif. Apabila kekeruhan air lebih dari 50 NTU maka kekeruhan air tidak normal, sehingga akan mengaktifkan sistem sirkulasi atau pengurasan air. Pompa pengurasan akan aktif kemudian berganti dengan pompa untuk memasukan air bersih. Data-data nilai yang diperoleh akan dikirimkan ke database agar dapat ditampilkan pada web,

Pengujian pada gambar 7 merupakan kondisi saat nilai kekeruhan berada dibawah 50 NTU dengan status keadaan kekeruhan normal, maka sirkulasi atau pengurasan air tidak aktif.



Gambar 7 Kondisi Kekeruhan dibawah 50 NTU

Pengujian pada gambar 8 merupakan kondisi ketika kekeruhan berada diatas 50 NTU dengan keterangan kadar kekeruhan diatas normal. Kondisi tersebut akan mengaktifkan sirkulasi atau pengurasan air. Air yang sudah keruh di dalam kolam ikan lele akan dikeluarkan lalu diganti dengan air bersih.



Gambar 8 Kondisi Kekeruhan diatas 50 NTU

Tabel 2 merupakan hasil dari pengujian kekeruhan air yang berada pada kolam ikan lele. Saat kekeruhan mencaoi lebih dari 50 NTU maka sirkulasi air akan aktif.

Tabel 2 Hasil pengujian kekeruhan

Data	Tanggal	Kekeruhan	Sirkulasi air
1	14 Juni 2023	47	Tidak Aktif
2	17 Juni 2023	52	Aktif
3	18 Juni 2023	40	Tidak Aktif
4	22 Juni 2023	51	Aktif
5	22 Juni 2023	41	Tidak Aktif
6	3 Juli 2023	50	Tidak aktif
7	4 Juli 2023	55	Aktif
8	4 Juli 2023	42	Tidak Aktif

C. Pemberian pakan secara otomatis

Pengujian untuk pemberian pakan yang dilakukan secara otomatis dilakukan dengan melakukan pengamatan pada waktu yang telah ditentukan yaitu pukul 08.00 dan 16.00 dipastikan pakan ikan dapat keluar dari wadah penampungan pakan ikan.

Gambar 9 merupakan serial monitor hasil dari pengujian pemberian pakan pada pukul 08.00 dengan keterangan "pakan aktif".

```

status kontrol : 1      status kontrol : 1
status pompa : 0      status pompa : 0
status pakan : 1      status pakan : 1
pakan aktif          pakan aktif
1/6/2023 (Thursday) 08:00:10 2/6/2023 (Friday) 08:00:13
    
```

Gambar 9 Pemberian pakan pukul 08.00

Gambar 10 merupakan gambar serial monitor hasil dari pengujian pemberian pakan pada pukul 16.00 dengan keterangan pakan aktif.

```

status kontrol : 1      status kontrol : 1
status pompa : 0      status pompa : 0
status pakan : 1      status pakan : 1
pakan aktif          pakan aktif
1/6/2023 (Thursday) 16:00:18 2/6/2023 (Friday) 16:00:15
    
```

Gambar 10 Pemberian pakan pukul 16.00

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis pada kerja sistem pertanian terpadu skala mikro berbasis IoT, dapat disimpulkan bahwa monitoring dan *controlling* terhadap kondisi pH dan kekeruhan air pada kolam ikan lele, serta pemberian pakan yang dilakukan secara otomatis berdasarkan waktu yang ditentukan telah berhasil dilakukan. *Controlling* dan monitoring dapat dilakukan melalui *Website*. *Controlling* yang dapat dilakukan melalui website yaitu seperti melakukan pengaturan air dan pemberian pakan yang dapat dilakukan secara manual dengan menekan tombol pada tampilan website. *Monitoring* pH, kekeruhan pada air kolam ikan lele secara *realtime* juga dapat dilakukan melalui website. Sensor pH dapat mendeteksi nilai pH dibawah 6.5 dengan nilai 6.24 dan 6.48 sehingga sirkulasi atau pengaturan air akan aktif. Sensor pH juga dapat mendeteksi nilai pH diatas 6.5 dan dibawah 8.5 dengan nilai 6.73, 6.64, 6.75, 7.22, 7.57, dan 7.73 sehingga membuat sirkulasi air tidak akan aktif. Sensor kekeruhan dapat membaca nilai berdasarkan kondisi air pada kolam ikan lele dengan nilai kejernihan air sebesar 47, 40,41,50,dan 42 NTU sehingga membuat sirkulasi air atau pengaturan air tidak aktif dan dengan kondisi air paling keruh sebesar 55 yang membuat sirkulasi air akan aktif. Pemberian pakan yang telah dilakukan pada

pukul 08.00 dan 16.00 dapat mengeluarkan pakan dari wadah penampungan pakan.

VI. REFERENSI

- [1] B.P Statistik, "Produksi Perikanan Budidaya Menurut Komoditas Utama (Ton) Tahun 2019" Badan Pusat Statistik,2019[online].
- [2] Kusuma, R. A. (2021). Rancang Bangun Sistem Filtering Air Pada Budidaya Ikan Lele Berdasarkan Kekeruhan. Tegal: Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- [3] Amelia, M.N. (2019) SISTEM MONITORING BUDIDAYA IKAN LELE TEKNIK BIOFLOK BERDASARKAN SUHU DAN PH AIR.Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- [4] Kurniawan, D. W. (2020). Analisa pengelolaan pakan ikan lele guna efisiensi biaya produksi untuk meningkatkan hasil penjualan. IQTISHADEquity jurnal MANAJEMEN, 2(1).
- [5] Suwito and M. Rivai, "Sistem Otomasi Pemberian Pakan dan Pengendali Kualitas Air Pada Budidaya Lele Tebar Padat," in Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri, Malang, 2018.