

MONITORING KOLAM IKAN NILA BERBASIS IoT DENGAN SENSOR AMONIAK, SUHU, KETINGGIAN, DAN PH

Muhamad Febrian Soambaton¹, Abdurrahman Hamid Al-Azhari², Djuniadi³

^{1,2,3}Universitas Negeri Semarang; Gedung H (Rektorat) Kampus Unnes, Sekaran, Kec. Gunung Pati, Kota Semarang, Prov. Jawa Tengah; +62 24 86008700

Riwayat artikel:

Received: 18 Januari 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

Monitoring;

Ikan Nila;

IoT;

Sensor.

Correspondent Email:

mfebriansoambaton@gmail.com

Abstrak. Ikan nila (*Oreochromis*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki peran penting dalam sektor perikanan Indonesia, dengan jumlah produksi mencapai 1.348.946 ton. Namun, pertumbuhan industri budidaya ikan nila di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai tantangan, khususnya terkait faktor-faktor kimia dan fisika yang dapat menyebabkan kerugian budidaya, faktor-faktor tersebut melibatkan perubahan lingkungan kolam ikan nila yaitu perubahan suhu air mendadak, pH yang terlalu rendah atau terlalu tinggi, kekurangan oksigen dalam air, dan perubahan salinitas air. Untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas budidaya ikan nila, perlu dilakukan monitoring yang cermat terhadap parameter lingkungan kolam. Sistem monitoring yang terintegrasi dapat membuat peternak ikan mengambil tindakan preventif lebih cepat dan mengoptimalkan kondisi lingkungan kolam. Sehingga dirancang sistem yang dapat membaca ketinggian air kolam, konsentrasi amoniak kolam, suhu dalam kolam, suhu dan kelembaban sekitar kolam, PH air kolam, dan aplikasi untuk memonitoring data. Dari perancangan digunakan ESP-32, sensor Ultrasonic, sensor DHT22, sensor MQ135, sensor DS18B20, sensor PH sebagai pendeteksi dan ThingSpeak sebagai monitoring data. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan sistem yang dapat memonitoring kondisi kolam dan lingkungan sekitar kolam yang mempengaruhi perkembangan ikan dan dapat dimonitor melalui internet.

Abstract. Tilapia (*Oreochromis*) plays a vital role in Indonesia's fisheries sector, contributing significantly with a total production of 1,348,946 tons. However, the tilapia cultivation industry faces challenges, primarily related to chemical and physical factors causing farming losses. Environmental changes, such as abrupt shifts in water temperature, extreme pH levels, oxygen depletion, and alterations in water salinity, pose significant hurdles. To enhance tilapia farming quality and production, vigilant monitoring of pond environmental parameters is essential. An integrated monitoring system facilitates prompt preventive actions by fish farmers and optimization of pond conditions. So, a system was designed that could read the pond water level, pond ammonia concentration, temperature in the pond, temperature and humidity around the pond, the PH of the pond water, and an application to monitor the data. From the the designing process, ESP-32, Ultrasonic sensor, DHT22 sensor, MQ135 sensor, DS18B20 sensor, PH sensor as detection and ThingSpeak as data monitoring are used. From the tests carried out, a system is obtained that can monitor the condition of the pond and the environment around the pond that affects the development of fish and can be monitored via the internet.

1. PENDAHULUAN

Ikan nila (*Oreochromis*) merupakan salah satu komoditas perikanan yang memiliki peran penting dalam sektor perikanan Indonesia. Di Indonesia jumlah produksi ikan nila mencapai 1.348.946 ton, ikan nila menduduki posisi strategis dalam kontribusi produksi perikanan [1]. Nilai produksinya yang mencapai 27.719.963.441 ribu rupiah menunjukkan potensi ekonomi yang signifikan [2]. Namun, pertumbuhan industri budidaya ikan nila di Indonesia masih dihadapkan pada berbagai tantangan, khususnya terkait faktor-faktor kimia dan fisika yang dapat menyebabkan kerugian budidaya.

Faktor-faktor tersebut melibatkan perubahan lingkungan kolam ikan nila, yang dapat mencakup [3]:

- a. Perubahan Salinitas Air Mendadak: Perubahan kadar garam dalam air dapat memengaruhi kesehatan ikan nila dan menyebabkan stres.
- b. pH yang Terlalu Rendah atau Terlalu Tinggi: pH air yang ekstrem, baik terlalu rendah (air asam) maupun terlalu tinggi (air basa/alkalis), dapat menghambat pertumbuhan ikan dan menyebabkan gangguan kesehatan.
- c. Kekurangan Oksigen dalam Air: Kadar oksigen yang rendah dapat menyebabkan hipoksia pada ikan, mengurangi pertumbuhan, dan meningkatkan risiko penyakit.
- d. Paparan Zat Beracun dan Pestisida: Polusi air oleh zat-zat beracun seperti pestisida dapat merugikan kesehatan ikan dan berpotensi merusak ekosistem kolam.
- e. Perubahan Suhu Air Mendadak: Fluktuasi suhu yang ekstrem dapat menyebabkan stres pada ikan dan meningkatkan risiko penyakit.
- f. Kerusakan Mekanis: Kerusakan fisik pada ikan, seperti luka-luka, dapat menjadi pintu masuk bagi infeksi dan penyakit.
- g. Paparan Polusi Air: Kolam ikan nila yang terpapar polusi air memiliki risiko tinggi terhadap penyakit dan gangguan kesehatan ikan.

Faktor-faktor di atas dapat diperparah oleh kondisi makanan yang tidak baik, bentuk fisik dan kelainan tubuh yang bersifat genetik, serta stres pada ikan. Stres pada ikan, yang dapat disebabkan oleh perubahan lingkungan, transportasi, dan kondisi kolam, dapat menjadi

pemicu utama terjadinya penyakit dan menurunkan daya tahan ikan terhadap kondisi yang tidak menguntungkan [3].

Untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas budidaya ikan nila, perlu dilakukan monitoring yang cermat terhadap parameter lingkungan kolam. Penggunaan sensor amonia, suhu, ketinggian, dan pH menjadi penting untuk mendeteksi perubahan-perubahan yang dapat merugikan budidaya ikan nila. Sistem monitoring yang terintegrasi dapat membuat peternak ikan dapat mengambil tindakan preventif lebih cepat dan mengoptimalkan kondisi lingkungan kolam, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesehatan ikan nila secara keseluruhan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. ESP-32

ESP-32 adalah mikrokontroller yang mempunyai kemampuan untuk terkoneksi dengan WIFI sehingga memungkinkan untuk mengembangkan suatu alat berbasis IoT [4]. Pada ESP-32 terdapat 48 pin dengan 18 pin ADC (12-bit), empat unit SPI, dan dua unit I2C [5]. ESP-32 akan digunakan sebagai proses sinyal input dan output pada sistem yang dibuat.

2.2. Sensor Ultrasonic

Sensor ultrasonik merupakan perangkat yang menggunakan gelombang suara ultrasonik untuk mengukur jarak atau mendeteksi keberadaan suatu objek [6]. Umumnya, sensor ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu pemancar dan penerima. Pemancar berfungsi untuk menghasilkan gelombang ultrasonik (gelombang suara dengan frekuensi di atas 20 kHz), yang kemudian ditransmisikan melalui udara hingga mencapai objek yang ingin dideteksi [7]. Gelombang yang telah dipancarkan kemudian bertemu dengan objek dan gelombang dipantulkan kembali ke arah sensor.

Bagian penerima sensor akan mendeteksi gelombang yang dipantulkan, dan dengan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang untuk pergi ke objek dan kembali, sensor dapat menghitung jarak ke objek tersebut [8]. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air kolam ikan nila. Tinggi kolam ikan nila ideal adalah 40-60 cm [9].

2.3. *Sensor DHT22*

Sensor DHT22 Sensor DHT22 adalah sensor digital yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan di lingkungan [10]. Dengan rentang pengukuran suhu diantara -40°C hingga $+80^{\circ}\text{C}$ dan rentang kelembapan dari 0% hingga 100% [10].

DHT22 Mengeluarkan data dalam bentuk digital, sensor ini dihubungkan dengan mikrokontroler menggunakan protokol seperti One-Wire atau protokol khusus DHT. Tiga pin utamanya VCC, data, dan GND. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur kelembapan dan suhu di atas permukaan air.

2.4. *Sensor MQ135*

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang dirancang untuk mendeteksi konsentrasi gas tertentu di udara. Sensor ini mampu mendeteksi gas seperti amonia (NH_3), metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), karbon monoksida (CO), dan senyawa organik yang mudah menguap (VOC) [11]. MQ-135 beroperasi berdasarkan perubahan hambatan listrik, yang dipengaruhi oleh konsentrasi gas di lingkungan sekitarnya [11].

Sensor MQ-135 memiliki beberapa pin, termasuk power (VCC), ground (GND), dan pin output analog atau digital yang terhubung ke mikrokontroler. Sensor MQ-135 digunakan untuk mengukur gas amoniak yang dihasilkan oleh pengendapan kotoran ikan yang dapat mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan ikan nila [12].

2.5. *Sensor DS18B20*

DS18B20 merupakan sensor suhu digital yang secara luas digunakan untuk pemantauan dan pengendalian suhu [13]. Operasinya melibatkan output digital dengan resolusi 12-bit, menyajikan rentang suhu yang bervariasi dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$. Sensor ini menggunakan protokol komunikasi OneWire. Sensor ini tersedia dalam varian tahan air [13].

Sensor DS18B20 digunakan untuk mendeteksi suhu air kolam ikan nila. Suhu ideal untuk kolam ikan nila adalah $26-30^{\circ}\text{C}$ [14].

2.6. *Sensor PH*

Sensor pH adalah sebuah perangkat atau alat yang dirancang untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) dari suatu

larutan. pH adalah ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan, dan dapat berkisar dari 0 hingga 14. Nilai pH 7 dianggap netral, sementara nilai di bawah 7 menunjukkan larutan bersifat asam, dan nilai di atas 7 menunjukkan larutan bersifat basa [14].

Sensor pH bekerja dengan mendeteksi konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Sensor ini umumnya terdiri dari elektroda khusus yang merespon terhadap perubahan konsentrasi ion hidrogen. Larutan yang bersifat asam memiliki konsentrasi ion hidrogen yang tinggi, sedangkan dalam larutan yang bersifat basamemiliki konsentrasi ion hidrogen yang rendah [15]. Sensor pH digunakan untuk mengukur PH dalam kolam ikan nila, PH ideal pada kolam ikan nila adalah 6.5 - 8.5 [16].

2.7. *ThingSpeak*

ThingSpeak adalah platform Internet of Things (IoT) yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan, menganalisis, dan memvisualisasikan data dari sensor atau perangkat. Platform ini menyediakan infrastruktur berbasis cloud untuk mengelola dan menganalisis data yang dihasilkan oleh perangkat IoT [17]. ThingSpeak digunakan sebagai platform monitoring menggunakan IoT.

3. METODE PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan kebutuhan dan metode yang digunakan dalam pengembangan sistem. Terdapat empat tahapan yaitu identifikasi sistem, perancangan sistem, pembuatan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

3.1. *Identifikasi Sistem*

Tahap pertama dalam pengembangan sistem adalah identifikasi kebutuhan sistem. Pada tahap ini data-data yang berhubungan dengan kebutuhan perancangan sistem dikumpulkan. Tahap ini juga merupakan tahap dimana data-data yang berhubungan dengan eksperimen dan studi literatur dikumpulkan. Hasil dari tahap ini adalah daftar kebutuhan fungsional dan nonfungsional sistem.

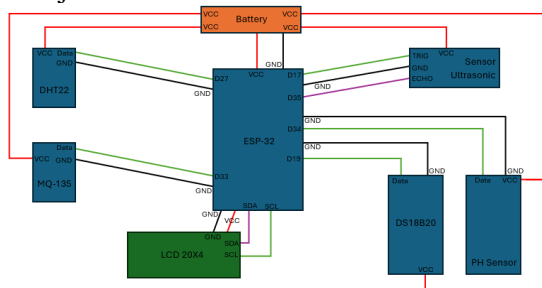
Persyaratan fungsional dari sistem yang dibuat adalah sistem yang mampu membaca ketinggian air kolam, konsentrasi amoniak kolam, suhu dalam kolam, suhu dan kelembapan sekitar kolam, PH air kolam, dan

aplikasi untuk memonitoring data. Maka dari itu digunakan sensor ultrasonik untuk membaca ketinggian air, MQ-135 untuk membaca konsentrasi gas amoniak, DS18B20 untuk mengukur suhu dalam kolam, DT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan sekitar kolam, sensor PH untuk mengukur PH, dan thingspeak untuk memonitoring data.

Persyaratan non-fungsional dari sistem adalah perangkat yang mampu membaca nilai sensor, mengendalikan keseluruhan sistem, dan mengirim data kepada API maka digunakan ESP-32.

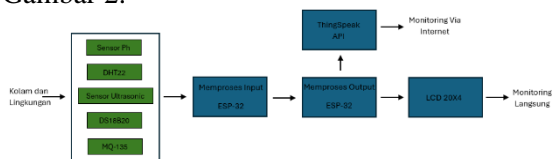
3.2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem monitoring kolam ikan nila terdapat dua komponen utama yang harus diperhatikan, yaitu hardware dan software dari sistem. Hardware pada sistem yang dibuat ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1: Diagram Wiring Sistem

Perancangan hardware juga menghasilkan diagram block keseluruhan system. Diagram block ditunjukkan oleh Gambar 2.

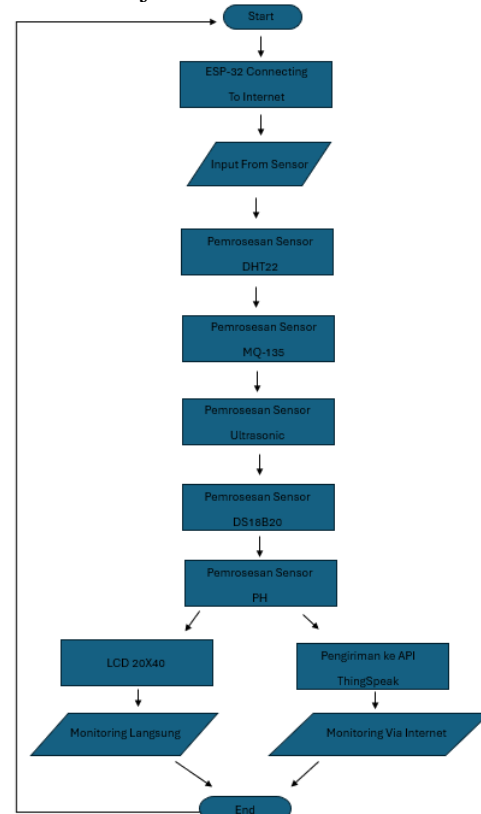


Gambar 2: Diagram Block Sistem

Berdasarkan Gambar 2 proses keseluruhan sistem menerima input berupa nilai PH dari air kolam, suhu dan kelembaban lingkungan, ketinggian air dengan sensor ultrasonik, suhu air dengan sensor DS18B20, dan konsentrasi dengan MQ-135 nilai dari sensor ini akan diproses oleh ESP-32 agar menjadi besaran dan satuan yang dapat dimengerti manusia. Hasil dari pemrosesan sinyal input ini akan dikirimkan ke API thingspeak untuk monitoring via internet dan akan ditampilkan pada LCD 20X4 untuk monitoring offline.

Monitoring offline dibuat dikarenakan apabila dalam suatu kondisi pengguna tidak dapat menggunakan internet, pengguna tetap bisa mengetahui kondisi dari kolam nila.

Perancangan software untuk monitoring kolam ikan nila, menghasilkan diagram alir dari sistem. Ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3: Flowchart Sistem

Saat sistem awal berjalan program akan memulai dan mulai mengkoneksikan diri dengan WIFI agar dapat mengakses API thingspeak. Selanjutnya, sensor akan membaca lingkungan yang pertama adalah sensor DHT22 diproses dan hasilnya akan disimpan pada memory sementara ESP-32, dilanjutkan dengan sensor MQ-135 setelah didapatkan nilai dari sensor akan diubah menjadi PPM dan disimpan pada memory sementara ESP-32, program terus berjalan untuk setiap sensor dan menyimpannya pada memory sementara. Setelah semua proses sensor dilakukan nilai yang telah disimpan akan dipanggil dan ditampilkan pada LCD 20X40 yang berupa data monitoring kolam. Data yang tersimpan pada memori juga dikirimkan menuju API thingspeak.

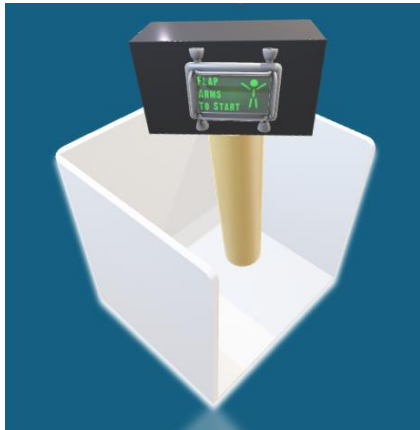
API thingspeak menerima data yang telah dikirimkan dan akan ditampilkan pada grafik. Data yang diterima juga dibuat ke dalam widget untuk mempermudah peternak mengetahui kondisi kolam apakah kolam sesuai dengan kondisi idealnya dan dapat mengambil Keputusan yang tepat.

3.3. Implementasi Sistem

Sistem yang sudah dirancang dilakukan perakitan dan disiapkan untuk mengambil data pengujian.

3.4. Pengujian Sistem

Sistem yang dibuat diuji dengan meletakkan sistem yang dibuat pada kolam ikan nila seperti Gambar 4.



Gambar 4: Tempat Pengujian

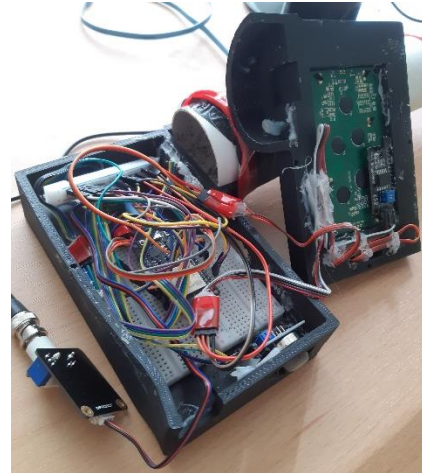
Pengujian yang dilakukan adalah:

- Pengujian sistem apakah dapat memonitor suhu dan kelembaban lingkungan.
- Apakah sistem dapat memonitor gas ammonia di lingkungan kolam.
- Apakah sistem dapat mendeteksi ketinggian air kolam.
- Apakah sistem dapat memonitor suhu air dalam kolam.
- Apakah sistem dapat mengetahui PH air kolam.
- Apakah sistem dapat menampilkan data pada LCD 20X4.
- Apakah sistem dapat mengirimkan data ke API thingspeak.
- Apakah thingspeak dapat menampilkan data.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan

Setelah empat tahap pengembangan sistem, prosedur selanjutnya adalah mendeskripsikan data dan hasil pengujian pada sistem yang lengkap. Hasil dari perancangan ditunjukkan oleh Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5: Bagian Dalam Sistem



Gambar 6: Bagian Luar Sistem

4.2. Hasil Implementasi Sistem

Hasil dari implementasi sistem adalah penggunaan sistem untuk memonitor suhu dan kelembaban lingkungan, suhu air kolam, konsentrasi amoniak di sekitar kolam, ketinggian air kolam, dan PH kolam. Gambar dari implementasi sistem ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7: Implementasi Sistem

4.3. Hasil Pengujian

Pengujian sensor kelembaban dan suhu lingkungan dilakukan dengan menguji sistem pada lingkungan. Lingkungan yang digunakan adalah lingkungan sekitar Gambar 7 yaitu ruangan tertutup dengan kipas. Hasil dari pengujian ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1: Hasil Uji Sensor Kelembaban dan Suhu Lingkungan

No	Suhu dan Kelembaban	Suhu (C)	Kelembaban (%)
1	Berhasil	30.3	93

Dari hasil pengujian sistem dapat memonitor suhu dan kelembaban di lingkungan sistem. Uji selanjutnya adalah pengujian gas ammonia pada lingkungan. Hasil dari pengujian ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Uji Konsentrasi Ammonia

No	Konsentrasi Ammonia	Konsentrasi Ammonia
1	Berhasil	7.84 PPM

Dari hasil pengujian, sistem dapat memonitor atau mendeteksi konsentrasi ammonia pada lingkungan sekitar sistem. Pengujian selanjutnya adalah kemampuan sistem mendeteksi ketinggian air pada kolam ikan nila. Pengujian dilakukan dengan meletakkan sistem pada wadah seperti Gambar 7 yang memiliki ketinggian air 25 cm dan memonitor ketinggian air menurut sistem. Hasil uji ketinggian air ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3: Pengujian Snesor Ketinggian Air

No	Ketinggian Air	Pengukuran Sensor	Deteksi Ketinggian air
1	25 cm	24.53	Berhasil

Dari hasil pengujian sistem dapat mengukur ketinggian air pada lingkungan Gambar 7. Pengujian selanjutnya adalah kemampuan sistem memonitoring suhu air kolam ikan. Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu air 67 derajat Celsius dan suhu air dalam wadah Gambar 7. Hasil dari pengujian ditunjukkan oleh Tabel 4.

Tabel 4: Pengujian Sensor Suhu Air

No	Suhu Air (67 Celcius)	Suhu Air Wadah	Pendeteksian Suhu Air
1	66.37	30.50	Berhasil

Dari hasil pengujian sistem dapat mendeteksi suhu air pada lingkungan Gambar 7, pengujian selanjutnya adalah kemampuan sistem untuk mendeteksi PH air. Pengujian dilakukan dengan menguji PH air keran dalam wadah Gambar 7. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Tabel 5.

Tabel 5: Hasil Pengujian PH

No	PH	Nilai PH	Pendeteksian PH
1	Berhasil	7.2	Berhasil

Dari hasil pengujian sistem dapat memonitor PH pada lingkungan Gambar 7. Pengujian selanjutnya adalah kemampuan sistem menampilkan data pada LCD 20X4. Pengujian dilakukan dengan mengobservasi apakah layer dapat menampilkan tampilan sesuai program. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6: Pengujian Tampilan Layar

No	Tampilan	Yes	No
1	Kelembaban Lingkungan	√	
2	Suhu Lingkungan	√	
3	Konsentrasi Ammonia	√	
4	Ketinggian Air	√	

5	Suhu Air	√	
6	PH Air	√	

Dari hasil pengujian sistem dapat menampilkan data sesuai program pada layar offline. Pengujian selanjutnya sistem diuji untuk mengirimkan data ke pada API thingspeak. Pengujian dilakukan dengan mengobservasi masukan API thingspeak. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Tabel 7.

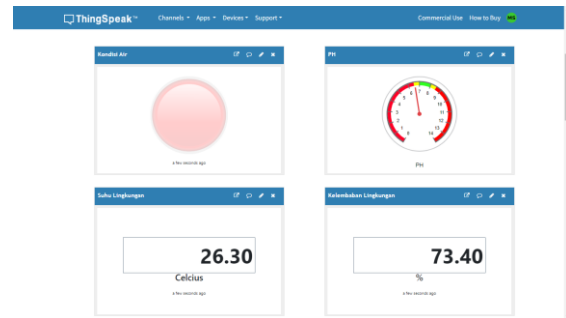
Tabel 7: Pengujian Masukan Data Thingspeak

No	Tampilan	Yes	No
1	Kelembaban Lingkungan	√	
2	Suhu Lingkungan	√	
3	Konsentrasi Ammonia	√	
4	Ketinggian Air	√	
5	Suhu Air	√	
6	PH Air	√	

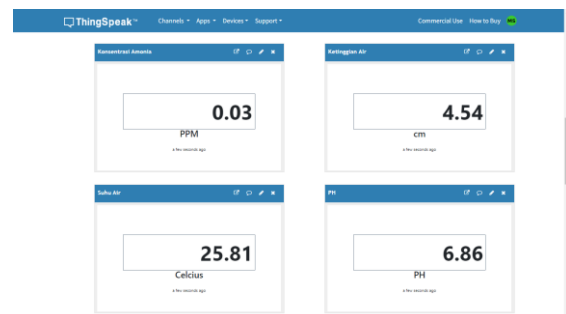


Gambar 8: Data Masuk Thingspeak

Dari Tabel 7 dan Gambar 8 thingspeak dapat menerima masukan dari sistem. Pengujian selanjutnya adalah menampilkan data pada thingspeak. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Gambar 9 – Gambar 12.



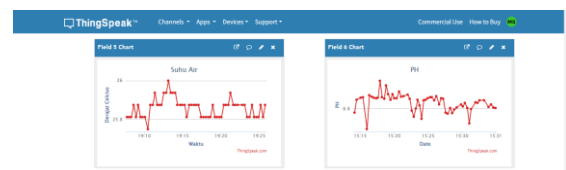
Gambar 9: Tampilan Gambar Widget dan Grafik



Gambar 10: Gambar Widget dan Grafik



Gambar 11: Gambar Widget dan Grafik



Gambar 12: Gambar Widget dan Grafik

Dari Gambar 9 sampai 12 thingspeak dapat menampilkan data yang dikirimkan sistem.

5. KESIMPULAN

- Sistem ini dapat memonitoring kondisi kolam dan lingkungan sekitar kolam yang mempengaruhi perkembangan ikan.
- Sistem ini dapat dimonitor melalui internet dengan API thingspeak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada pihak yang telah mendukung dan membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sarnita Sadya, "Produksi Ikan Nila Indonesia Sebanyak 1,35 Juta Ton Pada 2021," DataIndonesia.Id, Dec. 29, 2022. [Online].
- [2] Indonesia. Badan Pusat Statistik, Nilai Produksi Perikanan Budidaya Menurut Komoditas Utama (Ton) 2019-2020; 2023. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/mtuxmymy/Produksi-Perikanan-Budidaya-Menurut-Komoditas-Utama--Ton-.html>. [Accessed: Nov. 24, 2023].
- [3] Indonesia. Dkp Prov. Jateng, Pencegahan Hama Dan Penyakit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*); 2019. [Online]. Available: <https://dkp.jatengprov.go.id/index.php/artikel/blpkil/pencegahan-hama-dan-penyakit-ikan-nila-oreochromis-niloticus>. [Accessed: Nov. 24, 2023].
- [4] Walidatush Sholihah, Andri Hendriana, Ima Kusumanti, Inna Novianty, "Design Of Lot Based Water Monitoring System (Simonair) For Arwana Fish Cultivation," Eduvest – Journal Of Universal Studies Volume 2 Number 12, 2022.
- [5] I Putu Ardi Wahyu Widyatmika, Ni Putu Ayu Widyanata Indrawati, I Wayan Wahyu Adi Prastya, I Ketut Darminta, 5 I Gde Nyoman Sangka, Anak Agung Ngurah Gde Sapteka, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno Dan Esp32 Terhadap Pengukuran Arus Dan Tegangan," Jurnal Otomasi, Kontrol & Instrumentasi Vol 13 (1), 2021.
- [6] Maryam, Musyriifah, Muh. Fuad Mansyur, "Pemberian Pakan Ikan Nila Otomatis Dan Mengecek Suhu Air Berbasis Internet Of Things (Iot)," Jitet (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan) Vol.11 No.3 S1, 2023.
- [7] O. V. Biryukova, I. V. Koretskaya, "Selection Of Ultrasonic Sensors For Distance Monitoring," Ieee 2020 Systems Of Signal Synchronization, Generating And Processing In Telecommunications (Synchroinfo), 2020.
- [8] Deva Okky Deltania, Djuniadi, Esa Apriaskar, "Pengaturan Lampu Lalu Lintas (Traffic Light) Dengan Sensor Ultrasonik," Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Vol. 19, No. 1, 2021.
- [9] Galih Rezza Fernandez, Khilda Afifah, Novi Prihatiningrum, "Sistem Pemantauan Kualitas Dan Kendali Ketinggian Air Pada Kolam Budidaya Ikan Nila Berbasis Internet Of Things," E-Proceeding Of Engineering Vol.9, No.5, 2022.
- [10] Fitri Puspasari, Trias Prima Satya, Unan Yusmaniar Oktiawati, Imam Fahrurrozi, Dan Hristina Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor Dht22 Berbasis Arduino Terhadap Thermohygrometer Standar," Jurnal Fisika Dan Aplikasinya Volume 16, Nomor 1, 2020.
- [11] Muhammad Firly Akbar, "Pemanfaatan Sensor Mq-135 Sebagai Monitoring Kualitas Udara Pada Aula Gedung Fasilkom," Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya, 2021.
- [12] Sumoharjo, Sulistyawati, "Efek Sub Lethal Amonia Ambien Terhadap Histopatologis Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dipelihara Dalam Sistem Bioflok," Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 8 (1): 84 – 101, 2020.
- [13] Agung Aji Prasetyo, Fadza Naufal Priana, Safiena Salva Al Rayyan, Grace Hanna Cristimay Purba, Dan Jusafwar, "Pemrograman Sensor Suhu Ds18b20 Arduino Sebagai Alat Ukur Digital Pada Penjernihan Air Solar Thermal," Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, 35-43, 2021.
- [14] Elly Mufida, Rian Septian Anwar, Rivai Abdul Khodir, Indri Prihan Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol Ph Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," Insantek – Jurnal Inovasi Dan Sains Teknik Elektro Volume 1 No. 1, 2020.
- [15] I Putu Yoga Pramesia Pratamaa, Kadek Suar Wibawaa, I Made Agus Dwi Suarjaya, "Perancangan Ph Meter Dengan Sensor Ph Air Berbasis Arduino," Jitter- Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer Vol. 3, No. 2, 2022.
- [16] Satya Pradhana, Hurriyatul Fitriyah, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, "Sistem Kendali Kualitas Air Kolam Ikan Nila Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Berdasarkan Ph Dan Turbidity Berbasis Arduino Uno," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer Vol. 5, No. 10, Hlm. 4197-4204, 2021.
- [17] Krysna Yudha Maulana, "Thingspeak.Com, Web Server Iot Gratis Buat Kamu Yang Suka Gratisan," Anakteknik.Co.Id, Sep. 9, 2021. [Online]. Available: <https://www.anakteknik.co.id/krysnayudhamaulana/articles/thingspeakcom-web-server-iot-gratis-buat-kamu-yang-suka-gratisan> [Accessed: Nov. 24, 2023].