

Sistem Monitoring Air Pada Kolam Budidaya Ikan Lele Berbasis Internet Of Things

Ayu Irhamna¹, Angga Pratama², Rizky Putra Fhonna³ Mutammimul Ula,
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh
Corresponding Author : ayu.190180006@mhs.unimal.ac.id

Abstrak

Lele pelihara oleh pembudidaya mulai dari pembibitan hingga ikan siap untuk dipanen. Banyak dari pembudidaya lele seringkali tidak tahu bagaimana keadaan sirkulasi air di kolam. Penggunaan air kolam yang tidak terkendali tanpa instrumen pengukur dan waktu yang terbatas untuk memantau kondisi air kerap menyebabkan ikan lele stres atau mati sehingga produksi panen lele berkurang bahkan rugi. Beberapa parameter kualitas air dalam membudidaya lele adalah keasaman (pH), ketinggian air, suhu dan kekeruhan. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem *monitoring* air pada kolam ikan lele berbasis *Internet of Things* (IoT) agar dapat dilakukan monitoring secara *real-time*. Penelitian dilakukan dalam dua fase: desain dan pengujian perangkat keras serta desain dan pengujian perangkat lunak *platform* IoT. Untuk setiap sensor yang diuji, didapatkan hasil uji kesesuaian sensor dengan nilai kesalahan kurang dari 2%. Proses pengambilan data dilakukan di dalam ember yang berisikan ikan lele selama 12 jam sehari dan dilakukan dalam 3 hari. Dari hasil *monitoring* yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kualitas air pada ember yang berisi ikan lele sudah berada pada ambang batas normal. Yang mana didapatkan nilai rata-rata dari tiap parameter yang diukur yaitu, nilai rata-rata Ph adalah sebesar 7,91, untuk nilai suhu adalah 29,05C, untuk nilai ketinggian air adalah 44cm dan kekeruhan sebesar 400 NTU.

Kata Kunci : *Monitoring, Sensor pH, Sensor Ultrasonik, Sensor Suhu, Sensor Turbidity, Internet of Things*

Abstract

Catfish are kept by farmers from seeding until the fish are ready for harvest. Many catfish cultivators often do not know how the state of water circulation in ponds. Uncontrolled use of pond water without measuring instruments and limited time to monitor water conditions often causes catfish to stress or die so that catfish crop production is reduced and even lost. This research aims to build a water monitoring system in catfish ponds based on the Internet of Things (IoT) so that real-time monitoring can be carried out. Two phases of this research were conducted: hardware design and testing and IoT platform software design and testing. For each sensor tested, a sensor conformity test result with an error value of less than 2% is obtained. The data collection process is carried out in a bucket containing catfish for 12 hours a day and is carried out in 3 days. From the results of monitoring that has been carried out, it can be concluded that the water quality in the bucket containing catfish is at a normal threshold. The average value of each parameter measured is, the average Ph value is 7.91, for the temperature value is 29.05C, for the water level value is 44cm and turbidity is 400 NTU.

Keywords : *Monitoring, pH Sensor, Ultrasonic Sensor, Temperature Sensor, Turbidity Sensor, Internet of Things*

1. Pendahuluan

Teknologi *Internet of Things* atau IoT telah berkembang secara cepat di Indonesia pada beberapa tahun terakhir. Hal ini dapat diperhatikan dari sejumlah perusahaan yang menerapkan IoT dalam produk dan layanan mereka. IoT telah membuat perubahan di berbagai sektor industri salah satunya pada industri perairan. Di Aceh, IoT di bidang perikanan jarang di terapkan bahkan tidak ada. Para pembudidaya masih melakukan semuanya secara manual. IoT sendiri memungkinkan perangkat terkoneksi ke internet dan saling berbagi data. IoT menggunakan alat sensor, alat kontrol dan komunikasi antar perangkat.

Jumlah produksi lele menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) di Indonesia, mencapai 1,06 juta ton, atau sebanyak 18,93 triliun rupiah pada tahun 2021 lalu. Produksi ikan lele meningkat 2,95% dibandingkan tahun sebelumnya yang sebesar 1.03 juta ton. Secara nilai, produksi lele juga naik 1,58% dibandingkan pada 2020 yang sebesar Rp18,63 triliun.

Ikan lele pelihara oleh pembudidaya mulai dari pembibitan hingga ikan siap untuk dipanen. Banyak dari pembudidaya ikan lele seringkali tidak tahu dan bahkan jarang mengetahui bagaimana keadaan sirkulasi air di kolam. Penggunaan air kolam yang tidak terkontrol tanpa tanpa instrument pengukur dan waktu yang terbatas untuk memantau kondisi air kerap menyebabkan air berkurang tanpa diketahui sehingga membuat ikan lele stres atau mati. Salah satu masalah dari kurangnya waktu untuk memantau kondisi air kolam dapat menyebabkan produksi panen lele berkurang atau merugi.

Kualitas air yang ideal adalah pada kedalaman air lebih dari 40-70 cm. Biota air di kolam dapat berkembang dan tumbuh secara maksimal jika sinar matahari masih dapat mencapai dasar kolam. Hal ini biasanya ditunjukkan oleh warna air kolam, yang berubah menjadi kehijauan ketika terjadi pertumbuhan fitoplankton berlebih.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem

Sistem adalah jaringan proses terkait yang dirancang untuk memecahkan masalah tertentu. Analisis sistem dapat dijelaskan dalam sistem informasi yang lengkap untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah, tantangan yang muncul, dan kebutuhan yang diantisipasi untuk memperbaiki system. Pada prinsipnya, sistem ialah kerangka kerja prosedur yang berhubungan serta disusun menurut skema keseluruhan untuk menjalankan kegiatan dan fungsi utama perusahaan (Pratama, Fachrurrazi, dan Ula, 2021).

2.2 Monitoring

Monitoring berfungsi dalam memantau atau mengamati suatu kondisi. *Monitoring* adalah sebuah aktivitas yang dilakukan untuk memastikan apakah suatu program berjalan sesuai dengan rencana, apakah ada hambatan yang terjadi, dan bagaimana mengatasi hambatan tersebut. Jika sistem *monitoring* dirancang dan dilaksanakan dengan baik, pekerjaan akan menjadi lebih mudah (Vinola dan Rakhman, 2020).

2.3 Kolam Budidaya Lele

Kolam budidaya dan air sangat penting untuk proses budidaya. Ada tiga jenis kolam budidaya yaitu: kolam tanah, kolam tembok atau beton, dan kolam terpal. Pada setiap jenis kolam terdapat kelebihan serta kekurangannya. Terdapat dua jenis budidaya ikan lele yakni pembibitan dan pembesaran. Tidak ada ukuran yang pasti pada kolam pembibitan, tetapi kolam pembibitan memerlukan kolam yang tidak terlalu luas untuk memenuhi kebutuhan ikan. Sebaliknya, kolam pembesaran memiliki ukuran yang lebih dalam serta lebih luas. Luas kolam disesuaikan dengan jumlah lahan yang tersedia dan juga jumlah ikan lele yang ditenak (Nevita dkk., 2022).

2.4 Internet of Things

Istilah "*Internet of Things*," atau "IoT," mengacu pada konsep teknologi yang mencakup sensor dan perangkat lunak dengan sistem komunikasi yang mengatur keberadaan alat dan sistem yang dapat bertukar data dan memberikan informasi ketika terhubung ke jaringan internet. Perangkat pintar, juga disebut sebagai *Internet of Things* atau IoT, adalah *gadget* yang dapat membantu manusia dengan berbagai tugas yang dapat dikelola oleh sistem atau perangkat yang terhubung ke internet (Ulva dkk., 2023).

2.5 Sensor pH

Sensor pH terdiri dari *interface* sensor pH 2.0, konektor BNC, dan LED sebagai indikator daya. Ini dapat digunakan dalam memantau kadar pH air guna mengetahui pencemaran air atau mengingatkan tingkat pH pada air. Untuk menggunakannya dapat dihubungkan ke Arduino dengan kabel analog yang termasuk ke dalam kit ekspansi IO *Expansion Shield* atau dengan menggunakan kabel *jumper*. Ikan lele harus memiliki pH antara 6 dan 8. pH kurang dari 6 dapat menyebabkan penggumpalan lendir di insang ikan yang sangat berbahaya. pH lebih dari 8 dapat membuat nafsu makan ikan berkurang (Imaduddin dan Saprizal, 2019).

2.6 Sensor Suhu

Elemen yang berfungsi sebagai detektor atau konverter suatu kuantitas menjadi satuan analog sehingga rangkaian elektronika dapat membacanya disebut sensor suhu. Sensor ini juga disebut sebagai jenis *transduser* tertentu, yang mengubah variasi mekanik, termal, magnetik, cahaya, dan kimia menjadi arus dan tegangan listrik. Suhu optimum pemeliharaan ikan lele adalah 25-30°C. Perubahan suhu yang sangat mendadak akan mengakibatkan ikan stress maupun mati (Asmara dan Kharisma, 2020).

2.7 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik bekerja dengan prinsip pantulan gelombang. Ada perbedaan waktu antara gelombang pantulan yang dihasilkan serta yang diterima kembali dihitung berdasarkan jarak maupun tinggi objek yang memantulkannya. Ada tiga jenis objek yang bisa dikenali oleh sensor ultrasonik yaitu: objek padat, cair, serta butiran. Kedalaman untuk kolam ikan lele yang optimal adalah berkisaran antara 40-70 cm (Yusa, Santoso, dan Sanjaya, 2021).

2.8 Sensor Turbidity

Alat yang dapat difungsikan untuk mengukur tingkat kekeruhan air adalah sensor kekeruhan (*turbidity*) air. Semakin banyak partikel yang berada di dalam air, semakin tinggi pula tingkat kekeruhan air, dan peningkatan tingkat kekeruhan air akan diikuti oleh perubahan tegangan yang dihasilkan oleh sensor. Sensor ini akan memperlihatkan nilai keluaran berupa sinyal analog maupun digital. Untuk ikan lele, standar kekeruhan air harus kurang dari 400 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kekeruhan yang berlebihan akan merusak mata ikan dan mengganggu pernafasannya (Putrawan, Rahardjo, dan Agung, 2019).

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *prototype*. Metode *prototype*, atau metode pengembangan produk, digunakan dalam penelitian ini untuk menguji konsep atau proses kerja produk dengan cara membuat rancangan, sampel, atau model. Berikut adalah langkah-langkah dalam penelitian yang menggunakan metode *prototype*, yaitu:

1. *Communication* (komunikasi) dan pengumpulan data awal, yaitu evaluasi terhadap keperluan pengguna.
2. *Quick plan*, yaitu tahap persiapan untuk sesuai dengan keperluan.
3. *Modelling Quick Design*, proses membuat desain.
4. Pembentukan *Prototype*, yaitu pembuatan prototipe perangkat dengan pengujian serta penyempurnaan.
5. *Deployment Delivery & Feedback*, yaitu mengevaluasi *prototype* serta memperhalusnya untuk memenuhi keperluan pengguna. Perbaikan *prototype*, adalah pembuatan prototipe didasarkan pada temuan evaluasi, serta produksi akhir, yaitu membuat perangkat sehingga dapat digunakan oleh *user*.

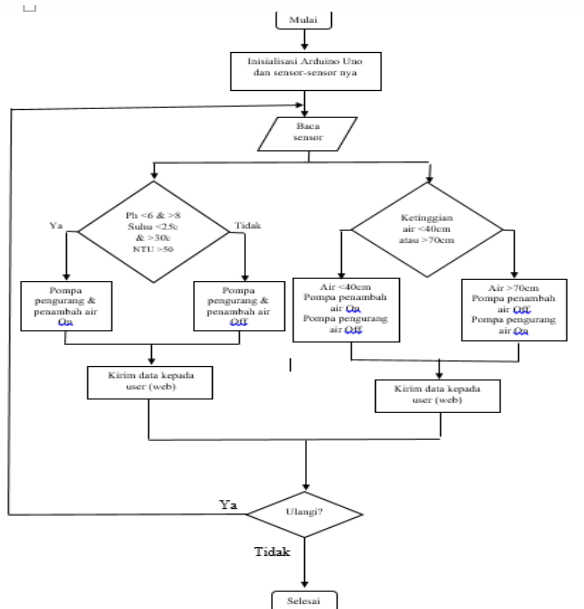
3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada riset ini yaitu sebagai berikut.

1. *Observation* (Observasi)
Metode pengumpulan data dengan cara mengamati lokasi secara langsung pada objek yang terkait untuk membuat *prototype* alat.
2. *Interview* (Wawancara)
Penulis juga melaksanakan tanya jawab secara langsung dengan para pembudidaya ikan lele.
3. *Study Literature* (Penelitian Kepustakaan)
Referensi dapat diambil dari berbagai literatur yang terkait dengan judul penelitian, seperti jurnal, perpustakaan, serta laporan penelitian. Setelah didapatkan data penelitian, proses pemilihan dan analisis data diperlukan untuk mencapai kesimpulan penelitian yang objektif.

3.3 Alur Penelitian

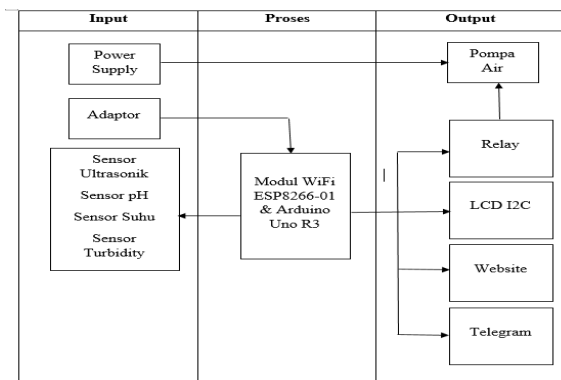
Alur penelitian metodologi penelitian digunakan untuk melakukan pemecahan masalah penelitian yang lebih sistematis. *Flowchart* untuk penelitian ini digambarkan seperti di bawah.



Gambar 3.1 Flowchart

3.4 Blok Diagram

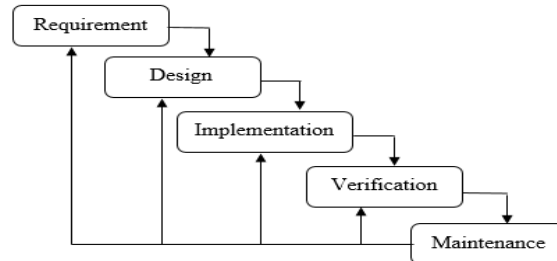
Perancangan blok diagram pada pembuatan *prototype* ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 3.2 Blok Diagram

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam proses pembuatan sistem *monitoring* air di kolam ikan lele berbasis IoT (*Internet of Things*), sebagai acuan dalam penelitian ini penulis dapat menggunakan siklus metodologi dengan model *waterfall*. Dimana metode *waterfall* terdiri dari 5 tahapan yaitu sebagai berikut ini.



Gambar 3.3 Model Waterfall

- Requirement*, dilakukan berdasarkan hasil pengamatan pada lokasi dan kekurangan yang ada di kolam ikan lele yang mengakibatkan kesulitan dalam mengamati air dalam kolam, serta mengontrol kelebihan atau kekurangan air.
- Design*, perancangan ini menghasilkan sebuah sistem *monitoring* air pada kolam ikan lele berbasis IoT yang memiliki 2 bagian utama yaitu perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak
- Implementation*, perancangan sistem *monitoring* ini menggunakan mikrokontroler *Arduino Uno*, sensor ultrasonik untuk sensor pendeteksi ketinggian air kolam ikan lele, sensor pH untuk deteksi pH, sensor suhu untuk deteksi suhu dan sensor *turbidity* sebagai sensor kekeruhan air di kolam ikan lele. Kemudian hasil rancangan diimplementasikan ke dalam web sebagai *output*.
- Verification*, Pengujian dilakukan sebelum alat dimasukkan ke dalam *box* mekanik yang buat. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa alat telah berhasil mengirimkan data ke web.
- Maintenance, prototype* alat yang sudah siap untuk digunakan. Dilakukan pemeliharaan guna memastikan bahwa *software* dan *hardware* yang terkait dengan sistem telah dirancang dapat dioptimalkan dan berfungsi dengan baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

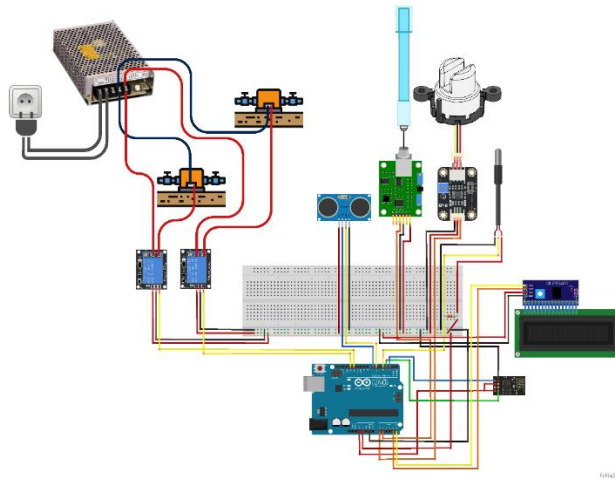
4.1 Hasil Penelitian

- Pembuatan *software* untuk mikrokontroler
 - Pembuatan program *arduino* yang berfungsi untuk menampilkan data kekeruhan (sensor *turbidity*), data pH air (sensor pH), data suhu air (sensor DS18B20), serta data ketinggian air (sensor ultrasonik HC-SR04).

- Pembuatan program *arduino* yang berfungsi sebagai penambah air dan pembuangan air kolam ikan lele jika telah mencapai batas suhu, kekeruhan, pH.
- b. Tahapan pembuatan *website* untuk aplikasi IoT
Pembuatan *website* menggunakan *framework* laravel yang menampilkan data secara *realtime* karena arduino akan mengirimkan data ke *web* setiap 5 detik sekali. Data yang ditampilkan berbentuk grafik mengenai sensor ph, suhu, kekeruhan dan batas sensor ultrasonik dari air. Pada web tersebut juga memiliki fitur *login*, dan dapat menampilkan data per hari dan per jam. Selain itu, data dapat di unduh dalam bentuk pdf. Data akan tercatat setiap 1 jam sekali.
- c. Tahapan membuat notifikasi pada Telegram
- Buka <https://t.me/botfather> untuk menyiapkan bot notifikasi.
 - Ketik /start (perintah awal yang diberikan oleh pengguna jika sebelumnya belum pernah menggunakan bot).
 - Ketik /newbot.
 - Ketik nama bot yg diinginkan contoh "Lelemon".
 - Ketik *username* bot yg diinginkan contoh "Lelemonnbot".
 - Klik *link* yang diberikan oleh BotFather. Halaman *chat* Lelemon muncul. Klik /start pada halaman *chat* Lelemon untuk menggunakannya.
 - *Copy* token yang diberikan oleh BotFather ke *codingan website* yang digunakan untuk mengakses ke API Bot Telegram.
 - Atur *settingan* notifikasi Telegram di *codingan website* sesuai dengan keinginan.

4.2 Perancangan Sistem

- a. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)
Perancangan perangkat keras atau *hardware* yang berupa perancangan *Arduino Uno*, digunakan sebagai mikrokontroler pada rangkaian alat ini.

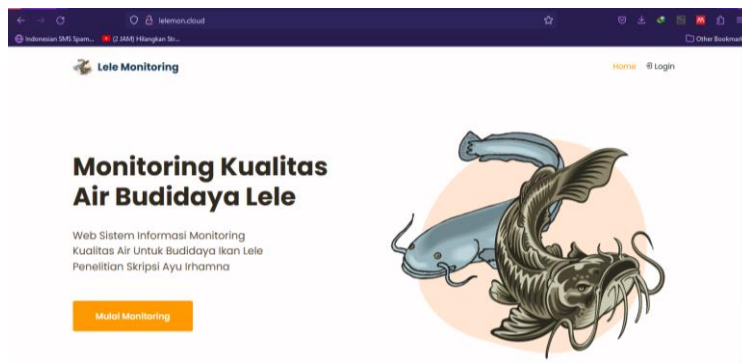


Gambar 4.1 Desain perancangan perangkat keras



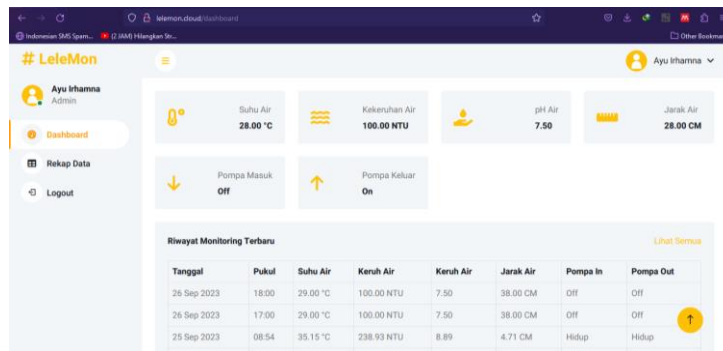
Gambar 4.2 Tampilan *box project*

- b. Perancangan Perangkat Lunak (*Software*)
Berikut tampilan awal dari website Lelemon.



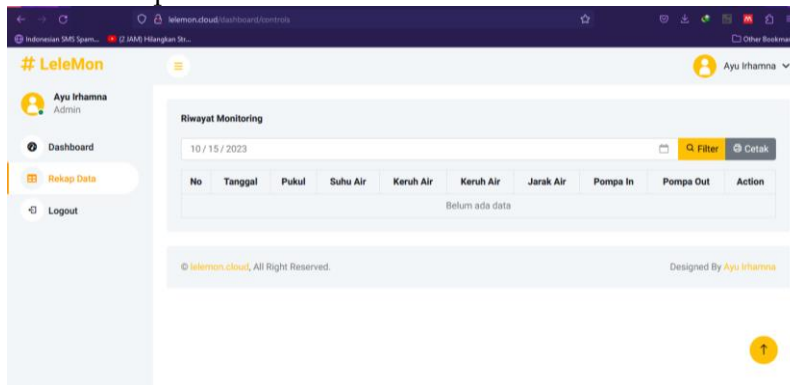
Gambar 4.3 Tampilan awal Lelemon.cloud

Gambar 4.4 adalah tampilan awal dari *website* Lelemon.cloud dimana disini terdapat tombol “Mulai *Monitoring*” yang mengarah pada bagian *Login user*. Lelemon.cloud terdapat 2 bagian yang ditampilkan yaitu sebagai berikut.



Gambar 4.4 Tampilan dashboard Lelemon.cloud

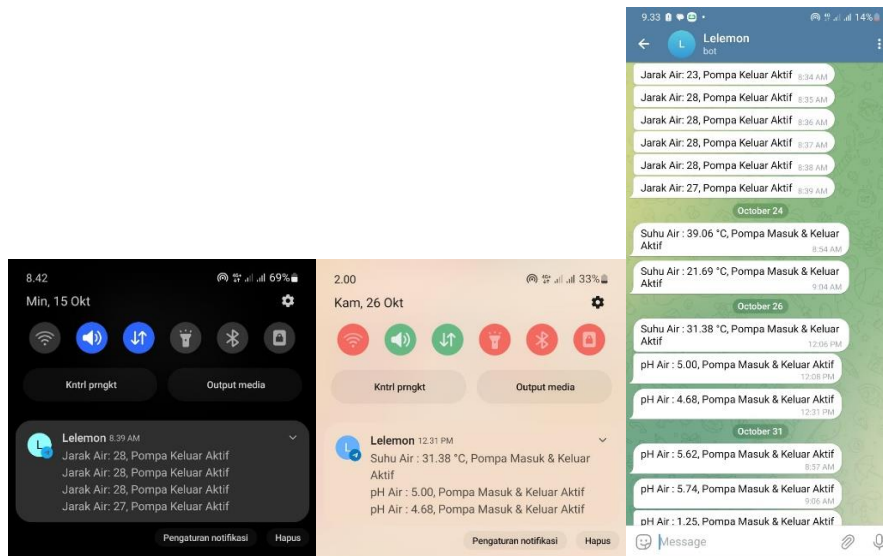
Yang pertama merupakan *dashboard*, bagian ini bekerja sebagai tampilan hasil *monitoring* dari sensor yang terhubung pada mikrokontroler. Pada bagian ini data hasil sensor ditampilkan secara *real-time*.



Gambar 4.5 Tampilan rekap data Lelemon.cloud

Yang kedua merupakan *Data Buckets* atau Rekap Data, adalah sebagai gudang data pada sensor-sensor yang diperlukan dalam penelitian. Data ini direkap sebanyak satu jam sekali. Data dapat dipilih sesuai tanggal yang diinginkan pada tombol *Filter*. Data yang telah disimpan di bagian Rekap Data dapat dicetak ke dalam bentuk pdf pada tombol *Cetak*.

Apabila data yang diterima tidak stabil maka *server website* lelemon.cloud akan mengirim notifikasi pada API Bot Telegram. Notifikasi yang diterima berbentuk *chat bot* pada Telegram. Pada kondisi stabil, notifikasi tidak muncul. Notifikasi akan muncul ketika nilai parameter mengalami penurunan atau kenaikan (tidak dalam nilai stabil). Notifikasi yang dikirim hanya sekali sampai dengan nilai parameter stabil. Apabila kondisi parameter kembali mengalami penurunan atau kenaikan (tidak dalam nilai yang stabil) maka notifikasi akan dikirimkan lagi. Notifikasi yang diterima adalah sebagai berikut.



Gambar 4.6 Notifikasi yang diterima oleh Bot Telegram

c. Pengujian Alat dan Komponen

- **Pengujian sensor pH**

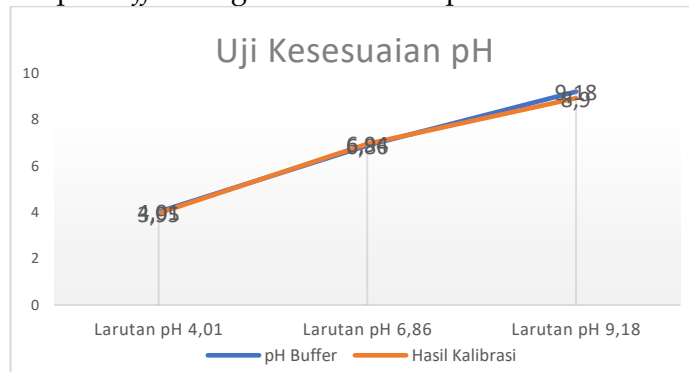
Pengujian ini dilakukan dengan melarutkan bubuk *pH buffer*, masukkan sensor pH yang telah terkoneksi dengan mikrokontroler. Hasil dari proses kalibrasi diperoleh bahwa sensor pH dapat berfungsi dengan baik sebanding dengan keadaan tingkat keasaman suatu larutan. Setelah itu, untuk mengetahui nilai *error* daripada sensor pH dapat menggunakan persamaan seperti berikut.

$$\%error = \left| \frac{\text{nilai } pH \text{ buffer} - \text{hasil pengukuran alat}}{\text{nilai } pH \text{ buffer}} \right| \times 100\%$$

Tabel 4.1 Hasil pengujian sensor pH

No.	pH Buffer	Hasil Setelah Dikalibrasi	Erorr
1	4,01	3,95	1,50%
2	6,86	6,94	1,17%
3	9,18	8,9	3%
Rata-rata Error			1,89%

Selisih yang diperoleh sensor pH ketika membaca nilai dari pH Buffer 4,01, setelah dikalibrasi didapatkan nilai 3,95. Nilai *error* yang didapat pada kalibrasi ini sebanyak 1,50%. Pada larutan pH buffer 6,86, didapatkan hasil kalibrasi sebesar 6,94 dengan *error* yang paling kecil yaitu 1,17%. Pada pH buffer 9,18 hasil kalibrasi yang didapatkan adalah 8,9 dengan *error* yang paling besar yaitu 3%. Berikut adalah grafik perbandingan nilai pH buffer dengan hasil sensor pH setelah dikalibrasi.



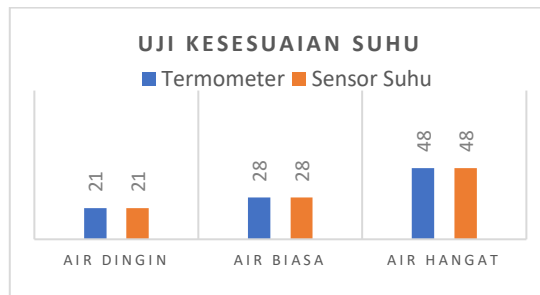
Gambar 4.7 Grafik perbandingan nilai pH buffer dengan hasil sensor pH setelah dikalibrasi

- **Pengujian sensor suhu**

Berikut merupakan hasil ujicoba kesesuaian sensor suhu apabila dibandingkan dengan *thermometer* aquarium. Hasil pengujian sensor memperlihatkan bahwa sensor suhu DS18B20 dapat berfungsi dengan baik pada berbagai kondisi dimulai dari kondisi air yang hangat hingga ke kondisi air yang dingin. Tabel berikut menunjukkan nilai *error* dari pengujian sensor suhu.

Tabel 4.2 Hasil uji kesesuaian sensor suhu

No.	Jenis Cairan	Termometer (°C)	Sensor Suhu (°C)	%Error
1	Air Dingin	21	21	0%
2	Air Biasa	28	28	0%
3	Air Hangat	48	48	0%
Rata-rata Error				0%



Gambar 4.8 Grafik perbandingan antara *thermometer* dan sensor suhu

Nilai suhu yang didapat dari masing-masing kondisi air yaitu; yang pertama pada kondisi air dingin, sensor suhu berada pada angka nilai 21°C, begitu pula dengan *thermometer* diperoleh angka nilai yang sama sehingga nilai *error* pada pengujian kondisi air dingin sebesar 0%. Ketika mengukur suhu air pada kondisi ruangan, sensor suhu mendapatkan angka nilai suhu di 28°C sedangkan *thermometer* ada pada angka nilai di 28°C sehingga nilai *error* yang diperoleh adalah 0%. Pada saat kondisi air hangat, sensor dapat membaca angka nilai suhu sebesar 48°C dan *thermometer* memperoleh angka nilai di 48°C sehingga mendapatkan nilai *error* sebesar 0%.

- **Pengujian sensor ultrasonik**

Pada tabel dibawah ini merupakan hasil pengujian sensor ultrasonik.

Tabel 4.3 Hasil pengujian pada sensor ultrasonik

No.	Jarak Real (cm)	Pengujian Ke-					Rata-Rata	Error (%)
		1	2	3	4	5		
1.	20	20	20	21	20	20	20,2	1%
2.	23	23	23	23	23	23	23	0%
3.	28	28	28	28	28	29	28,2	1%

Jarak *real* adalah jarak sebenarnya dari sensor ultrasonik dan air di dalam wadah yang diukur manual dengan menggunakan meteran atau tali pengukur. Sedangkan angka pada pengujian adalah angka yang didapat pada LCD I2C yaitu hasil dari sensor ultrasonik tersebut. Pada tabel 4.3 hasil pengujian pada jarak *real* 20cm, hasil yang dibaca oleh sensor ultrasonik rata-rata adalah 20,2 cm dengan nilai *error* sebesar 1%. Pada jarak *real* 23cm, hasil yang dibaca oleh sensor ultrasonik menunjukkan hasil yang sama dengan kenyataan dengan nilai *error* sebesar 0%. Sedangkan pada jarak *real* 28cm, hasil yang dibaca oleh sensor ultrasonik rata-rata adalah 28,2cm dengan nilai *error* sebesar 1%. Jadi, rata-rata nilai *error* pada pengujian ketinggian dengan sensor HC-SR04 adalah sebesar 0,7%.

- **Pengujian sensor *turbidity***

Untuk pengujian ini menggunakan dua gelas, satu gelas yang jernih dan satu lagi gelas yang keruh. Dapat dilihat bahwa semakin besar nilai kekeruhan maka akan semakin kecil nilai tegangan yang dikeluarkan dimana pada air keruh didapat nilai kekeruhan sebesar 600 NTU dengan nilai tegangan sebesar 2,10. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil ukuran nilai kekeruhan maka semakin besar nilai tegangan yang dihasilkan dimana pada air jernih didapat nilai kekeruhan sebesar 241 NTU dengan nilai tegangan sebesar 3,29. Berikut adalah tampilan di *serial monitor* Arduino IDE ketika dilakukan pengujian *turbidity*.

```

Nilai Tegangan: 3.29      Nilai Tegangan: 2.10
Nilai Turbidity: 241.10  Nilai Turbidity: 600.00
Nilai Tegangan: 3.29      Nilai Tegangan: 2.10
Nilai Turbidity: 241.10  Nilai Turbidity: 600.00
Nilai Tegangan: 3.29      Nilai Tegangan: 2.10
Nilai Turbidity: 241.10  Nilai Turbidity: 600.00
Nilai Tegangan: 3.29      Nilai Tegangan: 2.10
Nilai Turbidity: 241.10  Nilai Turbidity: 600.00
    
```

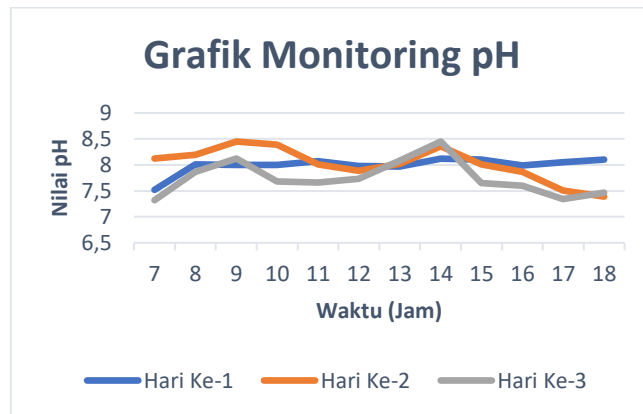
Gambar 4.9 *Output* yang didapatkan dari pengujian sensor *turbidity*

4.3 Pembahasan Penelitian

Untuk pengambilan data diamati pada sebuah ember yang berisi ikan lele pada tanggal 1 November 2023 sampai dengan tanggal 3 November 2023, alat ini bertujuan untuk melakukan *monitoring* kualitas air dalam kolam ikan lele berbasis *Internet of Things*. Data yang diambil adalah data *realtime* tepat satu jam sekali sehingga didapat data sebagai berikut.

Tabel 4.4 Data hasil *monitoring* pH

No	Jam	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3
1	7	7,52	8,12	7,32
2	8	8,01	8,2	7,87
3	9	8	8,45	8,12
4	10	8	8,39	7,68
5	11	8,07	8,01	7,66
6	12	7,98	7,89	7,73
7	13	7,97	8,02	8,08
8	14	8,12	8,36	8,45
9	15	8,1	8,01	7,65
10	16	7,99	7,87	7,6
11	17	8,05	7,51	7,34
12	18	8,1	7,39	7,47
Keseluruhan Harian		95,91	96,22	92,97
Rata-rata Harian		7,99	8,01	7,74
Rata-rata		7,91		



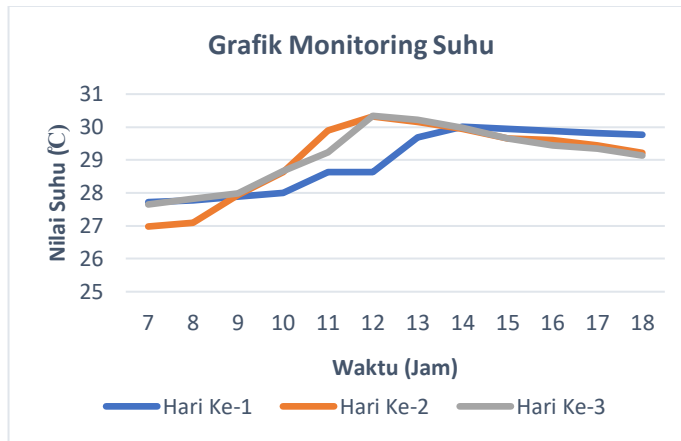
Gambar 4.10 Grafik monitoring pH

Nilai pH air di ember yang berisi ikan dari hari pertama, cenderung mengalami penurunan, dengan nilai tertingginya berada di angka 8,12 dengan nilai rata-rata 7,99. Hari kedua mengalami kenaikan daripada hari pertama dengan nilai rata-rata adalah 8,01 dengan nilai tertinggi berada di angka 8,45. Nilai pH pada hari ketiga cenderung mengalami penurunan daripada hari pertama dan hari kedua yaitu dengan rata-rata 7,74 dengan nilai terendah berada di angka 7,32. Nilai pH pada ember tersebut berkisar antara 7,00 sampai dengan 8,50 dengan nilai pH rata-rata di angka 7,91. pH air di ember cenderung mengalami penurunan selama berjalannya proses pemantauan. Karena nilai pH air berada dalam perubahan yang masih normal, maka nilainya termasuk dalam keadaan atau kondisi netral. Didasarkan pada kondisi pH yang demikian, maka air tersebut layak untuk digunakan dalam pembudidayaan ikan lele dikarenakan memiliki nilai pH yang *ideal*.

Tabel 4.5 Data hasil *monitoring* suhu (°C)

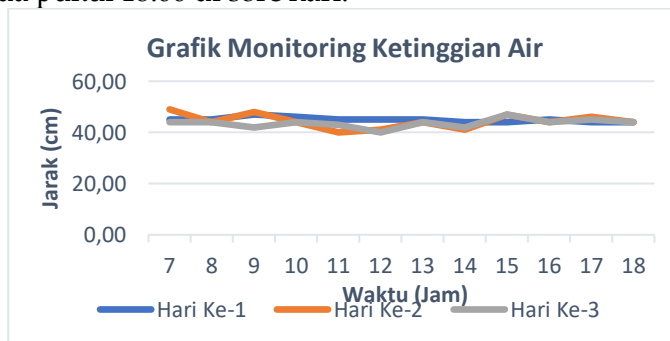
No	Jam	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3
1	7	27,72	26,98	27,65
2	8	27,78	27,09	27,82
3	9	27,88	27,94	27,99
4	10	28	28,63	28,67
5	11	28,63	29,89	29,23
6	12	28,63	30,32	30,34
7	13	29,69	30,16	30,22
8	14	30,01	29,94	29,97
9	15	29,94	29,65	29,65
10	16	29,88	29,6	29,45
11	17	29,81	29,45	29,34
12	18	29,76	29,21	29,13
Keseluruhan Harian		347,73	348,86	349,46

Rata-rata Harian	28,97	29,07	29,12
Rata-rata	29,05		



Gambar 4.11 Grafik *monitoring* suhu

Suhu air yang diamati selama pengawasan berkisar antara 26-30°C. Berdasarkan data pemantauan suhu dapat dilihat bahwa perubahan temperatur air memiliki pola grafik yang identik atau hampir sama. Intensitas panas matahari adalah komponen paling utama yang mempengaruhi perubahan temperatur air, suhu air pada pagi hari tetap konstan selama tiga hari, yaitu berada dalam rentang 27°C sampai dengan lebih dari 28°C sehingga pukul 12:00. Pada pukul diatas 12:00 kondisi temperatur air akan cenderung turun perlahan dan berada di antara suhu 29°C pada pukul 18:00 di sore hari.



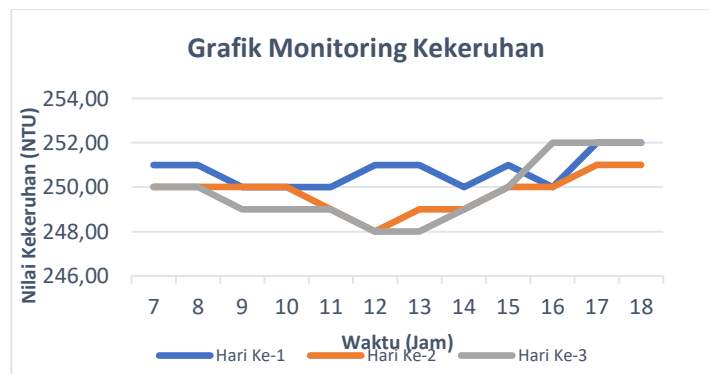
Gambar 4.12 Grafik *monitoring* ketinggian air

Berdasarkan data penelitian yang telah dilakukan, hasilnya adalah sebagai berikut: dimana rata-rata ketinggian air di dalam ember dengan sensor ultrasonik adalah 44cm. Ketinggian ember yang digunakan untuk penelitian adalah 60cm dengan diameter 25cm. Sensor ultrasonik diletakkan 30cm diatas permukaan ember dengan cara memakunya pada sebuah papan yang dirangkai sedemikian rupa. Cara kerjanya yaitu apabila jarak air dengan sensor ultrasonik diatas 50cm menandakan

bahwa air itu dangkal sehingga pompa masuk hidup sedangkan apabila jarak air dengan sensor ultrasonik adalah 30cm menandakan air dalam ember penuh jadi pompa keluar hidup. Selama penelitian berlangsung, ketinggian air dalam ember normal. Ketinggian air yang berubah ubah diakibatkan oleh perubahan suhu dan pH sehingga pompa keluar dan masuk hidup untuk menstabilkan suhu atau pH dari air.

Tabel 4.7 Data hasil *monitoring* kekeruhan (NTU)

No	Jam	Hari Ke-1	Hari Ke-2	Hari Ke-3
1	7	251	250	250
2	8	251	250	250
3	9	250	250	249
4	10	250	250	249
5	11	250	249	249
6	12	251	248	248
7	13	251	249	248
8	14	250	249	249
9	15	251	250	250
10	16	250	250	252
11	17	252	251	252
12	18	252	251	252
Keseluruhan Harian		3009	2997	2998
Rata-rata Harian		250	249	249
Rata-rata		249		



Gambar 4.13 Grafik monitoring kekeruhan

Hasil penelitian yang diperoleh pada grafik diatas menunjukkan bahwa alat *monitoring* sudah berfungsi dengan optimal untuk membaca serta mengirimkan data melalui *platform* IoT secara *online*. Dari grafik data yang ditemukan sepanjang dua

belas jam pada tiga hari proses pengambilan data didapatkan hasil seperti berikut. Pada ketiga hari didapatkan hasil yang cukup identik dengan nilai kekeruhan berkisar diantara 248 NTU sampai dengan 252 NTU dengan rata-rata kekeruhan air adalah 249 NTU. Nilai tingkat kekeruhan ini disebabkan oleh faktor air sumur yang digunakan cenderung keruh. Selain itu, warna dari ember juga mempengaruhi sensor dalam mendeteksi hamburan cahaya yang ada di dalam air. Dengan ukuran nilai kekeruhan tersebut masih ideal untuk pembudidayaan ikan lele.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Didasarkan pada hasil serta pembahasan yang dapat diulas di bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Telah berhasil merancang alat *prototype monitoring* air di kolam ikan lele berbasis *Internet of Things*.
2. *Prototype* alat dapat berfungsi dengan baik ketika melakukan *monitoring* kualitas air, hal ini ditunjukkan dari hasil pengujian pada masing-masing sensor. Sensor pH mendapat rata-rata nilai *error* sebanyak 1,89%. Sensor suhu mendapat nilai *error* sebanyak 0%. Sensor ketinggian mendapat selisih nilai *error* senilai 0,7% dan sensor kekeruhan dapat mengukur dengan baik. Lalu pada pengujian dengan *website IoT*, *prototype* alat dapat berfungsi dengan baik ketika mengirimkan data pada *database* dan disimpan di *website IoT*, begitu pula *website IoT* dapat menunjukkan data hasil dari *prototype* alat dengan optimal.
3. Kualitas air di ember yang berisi ikan lele pada penelitian ini sudah berada pada ambang batas normal. Nilai pH yang dihitung menggunakan sensor pH menghasilkan nilai rata-rata sebesar 7,91 yang mana batas pH normal pada kolam budidaya ikan lele diantara 6-8. Untuk nilai suhu yang diukur dengan sensor suhu berada pada ambang batas standar kolam dibandingkan rata-rata nilai suhu sebanyak 29,05°C yang mana nilai batas standar suhu diantara 25°C-30°C. Untuk nilai ketinggian yang diukur dengan sensor ultrasonik berada pada jarak batas normal dengan rata-rata jarak yaitu 44cm dimana ketinggian air kolam normal diantara 40-70cm. Dan untuk nilai kekeruhan yang dihitung menggunakan sensor *turbidity* mendapat rata-rata nilai sebanyak 249 NTU yang termasuk ke dalam batas normal dikarenakan batas pada air kolam yaitu sebesar 400 NTU.

5.2 Saran

Penulis menyarankan beberapa hal untuk dilakukan dalam menggunakan alat ini untuk penelitian berikutnya:

1. Dalam parameter pengujian kekeruhan, pada penelitian diatas tidak dengan menggunakan alat standar pengujian kekeruhan. Diharapkan pada penelitian lanjutan menggunakan alat standar sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia).

2. Pada parameter pengujian pH, peneliti hanya memanfaatkan pH *buffer* yang diberi label sebanding dengan nilai pH-nya, diharapkan pada penelitian selanjutnya menggunakan pH meter yang berstandar.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsanto, Arief Tri, and Seldy Febrianto. 2021. "Sistem Control Dan Monitoring Deteksi Tinggi Rendah Air Pada Kolam Ikan Lele Menggunakan Arduino Di Bhakti Alam Pasuruan." *Sistem Control Dan Monitoring Deteksi Tinggi Rendah Air Pada Kolam Ikan Lele Menggunakan Arduino Di Bhakti Alam Pasuruan* 5(36): 68–73.
- Asmara, Putra, and Riyan Kharisma. 2020. "Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis Internet Of Things (IOT)." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC* 7(2): 69–74.
- Imaduddin, Ghulam, and Andi Saprizal. 2019. "Otomatisasi Monitoring Dan Pengaturan Keasaman Larutan Dan Suhu Air Kolam Ikan Pada Pembenihan Ikan Lele." *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informatika dan Komputer* 7(2): 1–8. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/article/view/1064>.
- Nevita, Ary Permatadeny et al. 2022. "Sosialisasi Pemanfaatan Pompa Air Sistem Timer Control Untuk Menjaga Kestabilan PH Air Kolam Ikan Lele." 3(2): 867–71.
- Pratama, Angga, Sayed Fachrurrazi, and Mutammimul Ula. 2021. "Perancangan Dan Aplikasi Model Sistem Informasi Sekolah." *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi* 5(1): 27–33.
- Putrawan, I Gede Hery, Pratolo Rahardjo, and I G A Putu Raka Agung. 2019. "Sistem Monitoring Tingkat Kekeuhan Air Dan Pemberi Pakan Otomatis Pada Kolam Budidaya Ikan Koi Berbasis NodeMCU." *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro* 19(1): 1.
- Ulva, Ananda Faridhatul, Nurdin, Rizky Putra Fhonna, and Desvina Yulisda. 2023. "Aplikasi IoT Pemantauan Detak Jantung Pasien Lansia Beresiko Tinggi Di RSCM Cut Mutia Lhokseumawe Berbasis Mobile." *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan* 7(1): 237–46.
- Vinola, Fenny, and Abdul Rakhman. 2020. "Sistem Monitoring Dan Controlling Suhu Ruang Berbasis Internet of Things." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 9(Vol. 9 No. 2 (2020): Jurnal Teknik Elektro dan Komputer): 117–26. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/view/29698/29220>.
- Wibowo, Silvia, Pathul Arifin, Deddy Dharmaji, and Mahasiswa Fakultas. 2020. "Analisis Kualitas Air Kolam Pembesaran Ikan Lele Sangkuriang (Clarias Gariepinus Burchell) Di Unit Pelaksanaan Teknis Daerah Perikanan Budidaya Air Payau Dan Laut Karang Intan Kalimantan Selatan." *Aquatic* 3(2): 1–119.
- Yusa, Mochammad, Joko Dwi Santoso, and Andi Sanjaya. 2021. "Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik." *Pseudocode* 8(1): 90–97.