

Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis Iot (*Internet Of Things*)

M. jaya Kuriawan¹, Sulaiman²

^{1,2} Electrica Engineering Departement , Bina Darma University, Palembang, Indonesia
Email: ¹mjayakuriawan8585@gmail.com, ²sulaiman@binadarma.ac.id

Abstrak

Ikan gurame sudah sangat sulit kita temukan di alam liar seperti sungai dan rawa hal ini diakibatkan oleh rusaknya habitat alam yang telah dicemar serta di rusak oleh oknum-oknum tidak bertanggung jawab. Para pembudidaya ikan gurame merupakan salah satu solusi untuk mencegah kepunahan dari ikan gurame. Akan tetapi Dalam budidaya ikan Gurame masyarakat seringkali menghadapi masalah, seperti halnya perawatan kolam , pemberian pakan , serta kondisi air yang harus selalu dilakukan pemantauan secara berkala untuk pertumbuhan ikan gurame yang baik, serta mencegah kematian dari ikan ini. Pada penelitian ini kita menggunakan sistem IOT untuk menghadapi masalah-masalah yang dihadapi masyarakat dalam melakukan budidaya ikan gurame. Dengan menggunakan LCD dan aplikasi Smart Kolam kita dapat melihat parameter Ph , suhu air kolam , level air kolam , keadaan kotor atau tidak nya kolam, serta jam dan tanggal berjalan. Nilai pH kita menggunakan sensor pH meter , kepekatan air menggunakan sensor *turbidity* , suhu air dibaca oleh sensor DS18B20, level air kolam dibaca sensor ultrasonic, tanggal dan jam dibaca oleh RTC. Dan kita dapat melakukan pengurusan dan pengisian air kolam menggunakan aplikasi smart kolam. Fokus penelitian ini adalah bagaimana cara merancang Sistem Monitoring Kualitas Air dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis IoT (*Internet Of Things*).

Keywords: Smart Kolam, *Internet of things*, Arduino Uno, Nodemcu, Fish

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan keanekaragaman sumber daya alam yang melimpah , salah satunya sumber daya alam hayati yaitu ikan Gurame. Ikan Gurame sudah sangat sulit kita temukan di alam liar seperti sungai dan rawa , hal ini diakibatkan oleh oknum-oknum yang menangkap ikan Gurame dengan secara illegal yaitu meracun , setrum, serta memboom habitat asli dari ikan air tawar ini. Kegiatan tersebut merusak habitat serta membunuh bibit-bibit ikan gurame yang membuat ikan ini sudah sangat sulit kita temukan di sungai maupun rawa. Untuk mencegah agar tidak punahnya ikan gurame ini para masyarakat melakukan regenerasi ikan gurame dengan cara melakukan budidaya ikan di kolam maupun lahan masing-masing.

Pembudidayaan ikan Gurame tidak hanya untuk mencegah kepunahan akan tetapi dapat menjadi salah satu bisnis yang menjanjikan. Karena ikan Gurame merupakan salah satu bahan makanan yang banyak dicari oleh masyarakat, Ikan Gurame memiliki rasa yang enak dan serta nilai jual yang tinggi dan cenderung stabil dibanding dengan ikan-ikan lainnya yang ada di pasar.

Dalam budidaya ikan Gurame masyarakat seringkali menghadapi masalah, seperti halnya perawatan kolam , pemberian pakan , serta kondisi air yang harus selalu dilakukan pemantauan secara berkala untuk pertumbuhan ikan gurame yang baik, serta

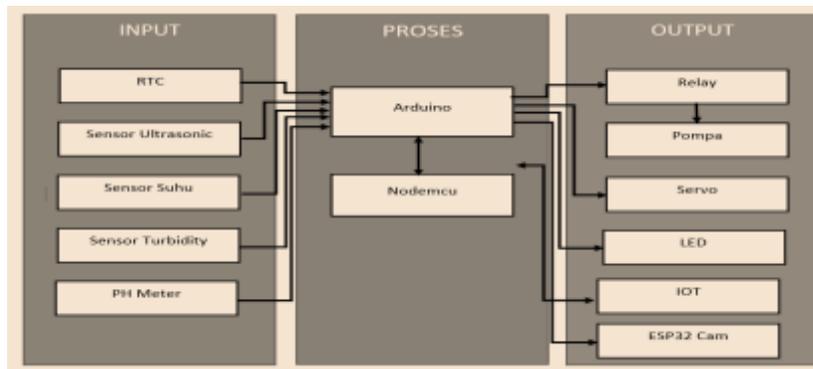
mencegah kematian dari ikan ini. Untuk membudidayakan ikan Gurame, kualitas air merupakan faktor utama dalam perkembangan ikan, banyak ikan mengalami kematian diakibatkan kualitas air yang buruk sehingga jumlah produksi ikan ini pun menjadi menurun dan para masyarakat mengalami kerugian yang cukup besar[1]. Ikan Gurame dengan kepekatan air yang tinggi, temperature yang tidak sesuai, Level air yang terlalu rendah/tinggi, serta pemberian pakan yang tidak teratur dapat menyebabkan kegagalan dalam melakukan budidaya ikan Gurame.

Dari permasalahan diatas, penulis akan membuat sebuah alat yang dapat digunakan untuk memonitoring kualitas air kolam serta pemberian pakan secara teratur dengan memanfaatkan teknologi yang berkembang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini akan dapat kita akses dimana saja, kapan saja selama sistem terhubung ke internet. Dengan menggunakan beberapa sensor seperti sensor turbidity, sensor temperature, sensor ultrasonic, serta RTC yang akan disatukan menjadi sebuah sistem yang dapat kita akses dimana saja dan kapan saja sehingga budidaya ikan Gurame dapat menjadi lebih mudah.

Dengan adanya alat tersebut, para masyarakat pembudidaya ikan Gurame akan merasa terbantu, kualitas serta jumlah produksi ikan Gurame pun akan menjadi lebih baik. Maka dari itu penulis akan membuat sebuah alat “Sistem Monitoring Kualitas Air Dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis Iot (Internet of Things)”.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Blok Diagram Penelitian



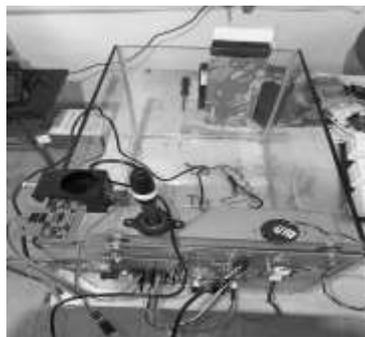
Gambar 1. Blok Diagram Penelitian

Dalam rangkaian sistem monitoring kualitas air dan otomatis budidaya ikan gurame berbasis iot menggunakan rtc, yang berfungsi sebagai input adalah sensor jam elektronik berfungsi sebagai data waktu yang akan digunakan untuk memberikan makan secara otomatis. Sensor ultrasonic, berfungsi sebagai input adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengubah besaran besaran fisis (bunyi) menjadi besaran listrik dan sebaliknya. Sensor suhu, berfungsi sebagai input adalah sensor yang dapat mengukur temperature diruangan berfungsi untuk mengambil data suhu air. Sensor *turbidity*, berfungsi sebagai input adalah sensor kekeruhan berfungsi mengambil data kekeruhan

air. Ph meter, berfungsi sebagai input adalah alat ukur ph berfungsi sebagai alat untuk membaca dan mengukur ph dari air kolam. Arduino berfungsi sebagai proses adalah perangkat lunak berfungsi membaca data sensor serta mengontrol output data pada sensor akan dikirim. Nodemcu, berfungsi sebagai proses adalah perangkat *firmware* atau *platform* yang memiliki ciri khas *open source* yang membantu dalam pembuatan *prototype* produk *Internet of Things (IoT)* berfungsi mengirim atau menerima data. Relay, berfungsi sebagai output adalah sensor pengoperasi berfungsi sebagai saklar elektrik yang digunakan mengaktifkan atau menonaktifkan pompa. Pompa, berfungsi sebagai output adalah sensor mesin beroperasi berfungsi menguras atau mengisi air. Led, berfungsi sebagai output adalah sensor lampu berfungsi sebagai indikator dari ketinggian air. Esp32 cam, berfungsi sebagai output adalah perangkat mikrokontroler berfungsi pengambilan gambar guna melihat visual dari kondisi air kolam.

2.2 Smart Kolam

Kolam ikan pintar dengan pemberi pakan, pengatur suhu, dan alarm penggantian air otomatis berbasis mikrokontroler sebagai solusi kegagalan budidaya ikan gurame) sebagai PKM-KC. Kami merancang kolam ikan gurame untuk budidaya yang mampu memberi pakan secara otomatis sebanyak 3x sehari, menjaga stabilitas suhu air kolam sesuai kebutuhan hidup ikan gurame yakni pada suhu 28°C - 30°C, dan membunyikan alarm (buzzer) untuk mengganti air kolam ikan gurame ketika PH air sudah terlalu asam yakni pada kondisi air < 6,5 guna mengurangi kerugian akibat perawatan yang kurang intensif, serta dapat lebih meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta kualitas hasil budidaya.



Gambar 2. Smart kolam

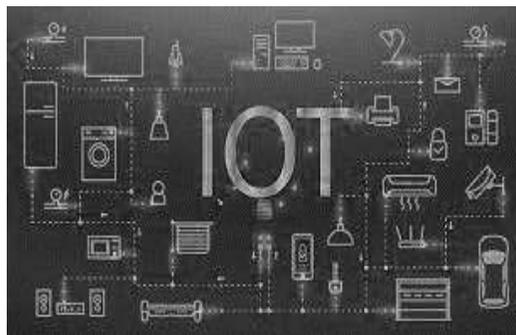
2.3 Internet of Things

Teknologi baru terus mengubah paradigma tentang bagaimana bisnis akan dijalankan di masa depan. Internet of Things (IoT) memungkinkan peluang bisnis baru untuk transformasi berbasis data dalam organisasi. Munculnya konsep IoT telah menghasilkan banyak definisi, dengan referensi sebelumnya terutama difokuskan pada aspek teknologi. Dan tidak hanya itu sejak diperkenalkan, IoT telah menarik minat yang meningkat di kalangan akademisi dan praktisi. Sehingga beberapa akademisi. Pada jurnalnya berjudul *Revisiting IoT definitions: A framework towards comprehensive use* mendefinisikan bahwa IoT merupakan mencakup "benda" baik virtual, fisik, atau

keduanya - dan ada semacam interkoneksi atau interaksi di antara hal-hal tersebut. Atau sering juga didefinisikan sebagai konsep dimana suatu objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer.

Konsep IoT memiliki target agar membuat internet semakin berkembang dan meluas yang dibersamakan dengan akses dan interaksi yang mudah dengan beragam perangkat seperti peralatan rumah tangga, Smartphone, cctv, sensor pemantauan, display, kendaraan, dan sebagainya. IoT akan memotivasi pengembangan aplikasi yang memanfaatkan jumlah dan variasi data yang berpotensi besar yang dihasilkan oleh objek tersebut untuk memberikan layanan baru kepada warga negara, perusahaan, dan administrasi publik.

Konsep IoT memiliki target agar membuat internet semakin berkembang dan meluas yang dibersamakan dengan akses dan interaksi yang mudah dengan beragam perangkat seperti peralatan rumah tangga, Smartphone, cctv, sensor pemantauan, display, kendaraan, dan sebagainya[2]. IoT akan memotivasi pengembangan aplikasi yang memanfaatkan jumlah dan variasi data yang berpotensi besar yang dihasilkan oleh objek tersebut untuk memberikan layanan baru kepada warga negara, perusahaan, dan administrasi publik. Akan tetapi IoT memiliki tantangan utama dalam pengembangannya yaitu menghubungkan menghubungkan antara dunia fisik dan dunia informasi, dengan mengolah data yang diperoleh dari peralatan elektronik melalui sebuah interface antara pengguna dan peralatan. Sensor mengumpulkan data mentah fisik dari skenario real time dan mengubah ke dalam format yang dimengerti oleh mesin sehingga mudah dipertukarkan antara berbagai bentuk format data.

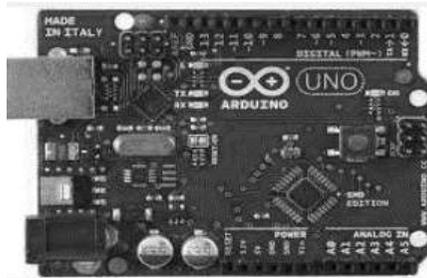


Gambar 3. Internet of Things

2.4 Arduino Uno

Pengontrol mikro seperti Arduino banyak digunakan oleh semua jenis pembuat di seluruh dunia. Popularitas telah didorong oleh kesederhanaan penggunaan Arduino dan banyaknya sensor dan perpustakaan yang tersedia untuk memperluas kemampuan dasar pengontrol ini. Dekade terakhir telah menyaksikan lonjakan solusi rekayasa perangkat lunak untuk "Internet of Things", tetapi dalam beberapa kasus solusi ini memerlukan sumber daya komputasi yang lebih maju daripada pengontrol mikro yang sederhana dan terbatas

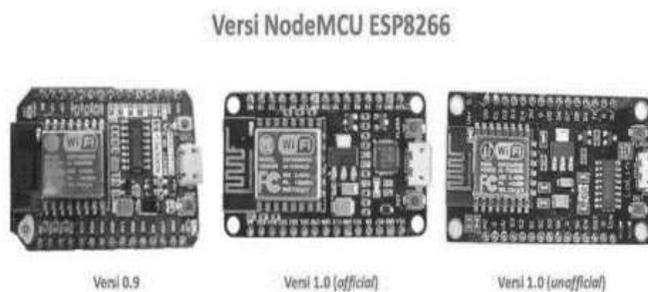
sumber daya. Sehingga, Arduino didefinisikan sebagai alat suatu perangkat berbentuk papan yang bersifat *open source* dengan tujuan memudahkan kegiatan eksperimental peralatan yang berbasis mikrokontroler[3].



Gambar 4. Arduino Uno

2.5 Nodemcu

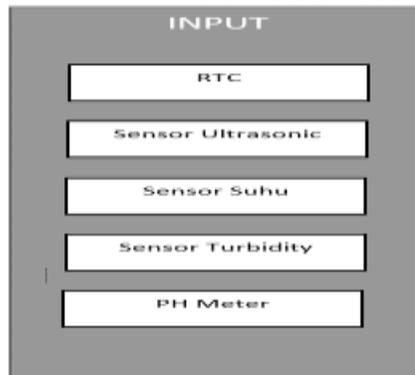
NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul platform IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan platform modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”. Untuk saat ini modul NodeMCU sudah terdapat 3 tipe versi antara lain seperti pada gambar berikut [4].



Gambar 5. Nodemcu

2.6 Rancang *Input*

Input atau masukan merupakan proses awal dalam pengambilan elemen-elemen yang akan dibutuhkan untuk menuju kepada proses berikutnya agar bisa terlaksana[5]. *Input* juga berperan sebagai alat untuk mengaktifasi proses pengolahan data berikutnya sebagai sumber energi. Berikut akan dijelaskan beberapa *input* yang diperlukan dalam proses pembuatan alat monitoring Sistem Monitoring Kualitas Air dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis IoT (*Internet of Things*) yang akan dijabarkan pada sub bab berikut.



Gambar 6. Rancangan *Input*

2.7 *Real Time Clock* (RTC)

] *Real Time Clock* atau sering disingkat sebagai RTC merupakan suatu jam elektronik berupa *chip* (IC) yang memiliki kemampuan untuk menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, hari dalam seminggu, dan tahun dengan valid. output data pribadi yang telah dihasilkan dari *Real Time Clock* dapat disimpan atau dikirim ke device lain melalui sistem antarmuka[6]. *Real Time Clock* bertujuan untuk menyediakan tanggal dan waktu yang akurat. Pada dasarnya, *Real Time Clock* berfungsi untuk menghitung detik, menit, jam, hari, bulan bahkan tahun ke tahun.



Gambar 7. Sensor *Real Time Clock*

2.8 Sensor Ultrasonik

Pada Industri 4.0 Seluruh aspek kehidupan manusia meningkat dengan cepat dan pesat terutama pada bagian teknologi. Pada pengukuran panjang umumnya hanya bisa diukur melalui pengukuran secara tradisional saja seperti pengukuran menggunakan mistar dan alat alat lainnya. Pada zaman sekarang atau era industry 4.0 Pengukuran telah dapat dilakukan tanpa menyentuh perangkat yang akan diukur. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber gelombang suara. atau biasa disebut sebagai gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik dapat diukur menggunakan sensor ultrasonik dengan cara mengkonversikan hasil gelombang ultrasonik di udara termasuk metode echo pulsa, pancaran pulsa dikirim kemedial transmisi dan dipantulkan oleh sebuah objek pada jarak tertentu[7]. Waktu yang diambil dari pemancar ke penerima sebanding dengan jarak objek. Sehingga gelombang bunyi tersebut dapat dikonversikan menjadi beberapa satuan seperti jarak, ketinggian dan kecepatan.



Gambar 8. Sensor Ultrasonik (HC-SR04)

2.9 Sensor Suhu

Sensor suhu merupakan suatu alat yang dapat mengukur temperature diruangan yang pada saat digunakan dan terdiri dari berbagai macam jenis seperti Sensor termokopel tipe k dan sensor suhu DS18B20[8]. Akan tetapi Sensor suhu seperti termokopel tipe k dan semacamnya memiliki kekurangan seperti tidak dapat digunakan pada area yang sulit dijangkau, akurasi yang rendah, tidak tahan akan air dan memiliki harga yang terbilang cukup mahal.

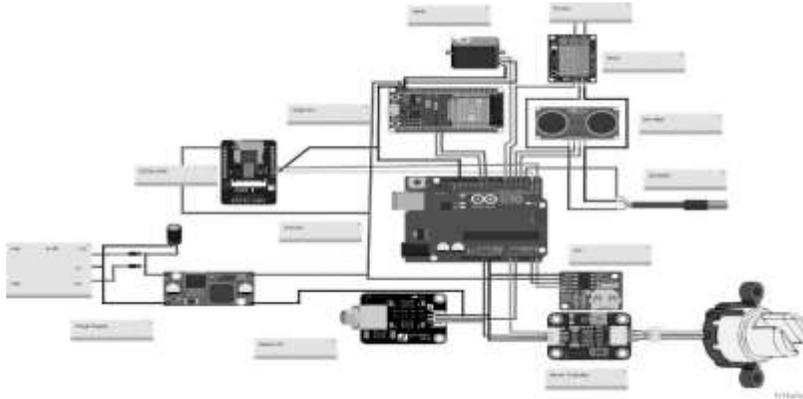


Gambar 9. Sensor Suhu DS18B20

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan *Hardware*

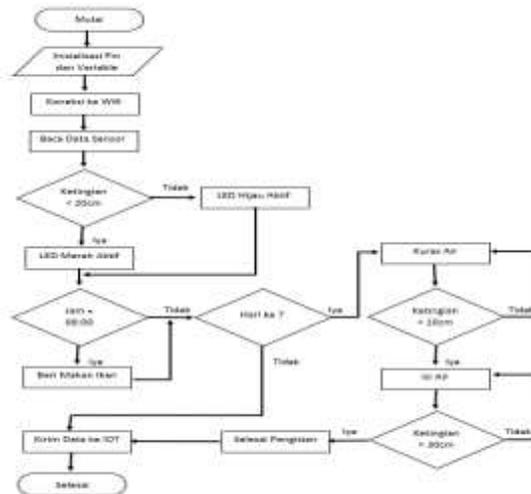
Perencanaan *Hardware* ialah alat yang akan dibuat yang diawali dengan membuat blok diagram rancangan secara keseluruhan. Perencanaan ini mencakup pada pemilihan komponen yang akan dipakai, pembuatan rangkaian skematik atau layout komponen, pemasangan komponen dan tahap yang terakhir yaitu *finishing*. *Hardware* yang digunakan adalah komponen yang digunakan dalam perancangan ini yaitu sensor-sensor, mikrokontroler NodeMCU dan Arduino beserta beberapa output yaitu relay-relay, pompa, motor servo, LED.



Gambar 10. Rangkaian Skematik

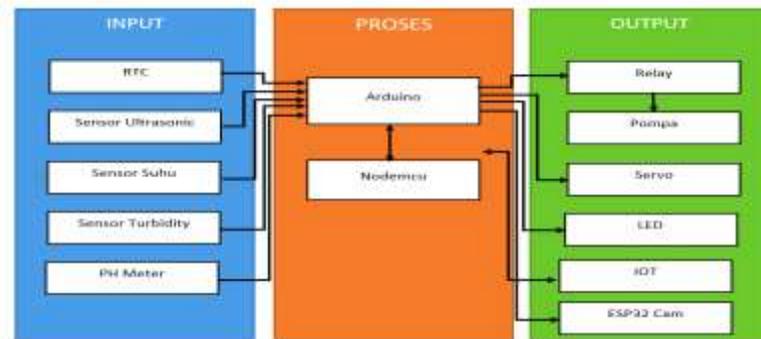
3.2 Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat ini memiliki tujuan agar selama pembuatan alat dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan hingga akhir, sehingga alat dapat digunakan dengan *output* yang diinginkan.



Gambar 11. Flowchart

a. Diagram Blok Alat



Gambar 12. Diagram Blok Alat

Dalam Rangkaian simulasi sistem monitoring kualitas air dan otomatis budidaya ikan gurame berbasis iot.

3.3 Cara Kerja

Pada “ Sistem Monitoring Kualitas Air dan Otomatisasi Budidaya Ikan Gurame Berbasis IoT (*Internet Of Things*)” ini menggunakan sensor ultrasonic, sensor suhu, sensor turbidity, sensor PH, RTC, ESP32 Cam. Untuk sumber utamanya yaitu menggunakan sumber catu daya. Cara kerja alat penelitian sebagai berikut:

Pada saat alat dinyalakan maka akan menunggu beberapa detik sampai mikrokontroller yang digunakan terhubung ke sistem *internet of things* yang di buat. Setelah alat terhubung dengan sistem *internet of things* maka alat akan siap melakukan monitoring kualitas air dari kolam ikan Gurame. Sensor suhu akan mengambil data suhu aktual air dan akan dikirim ke IOT. Sensor ultrasonic akan melakukan pemantauan atau monitoring level air ,yang menandakan level air pada posisi tinggi maupun rendah , serta sensor ini akan memerintahkan relay yang terhubung ke pompa untuk melakukan pengisian atau pengurasan air kolam tergantung dengan level air. Sensor turbidity kita gunakan untuk mengambil data dari kekeruhan air , jika kekeruhan air sudah diatas rata-rata maka sistem akan memberikan alarm kepada pemilik kolam melalui IoT yang benotifkan “Air Kotor”. Sensor ESP32 Cam adalah kamera yang akan melakukan pengambilan gambar atau visual dari keadaan air kolam dan RTC berfungsi sebagai waktu yang akan kita gunakan untuk melakukan pemberian pakan secara otomatis pada waktu yang telah kita tentukan.

3.4 Pengujian Alat

Percobaan alat dilakukan dengan melakukan pengujian pada sensor-sensor yang telah terpasang pada alat. Berikut beberapa percobaan yang dilakukan.

4.3.1 Display Sistem

Kita memiliki dua display/tampilan yang kita tampilkan pada sistem ini yaitu :

1. Display LCD
2. Display Aplikasi Smart Kolam

Berikut merupakan tampilan LCD yang terpasang pada alat :



Gambar 13. Tampilan LCD

Keterangan kode pada alat:

- S : Suhu Air Kolam
- L : Level Air Kolam
- P : PH Air Kolam
- D : Detik Waktu Pemberian Makan
- T : Turbidity Kolam (Kekeruhan)

Berikut merupakan tampilan display pada aplikasi Smart Kolam



Gambar 14. Aplikasi smart kolam

Pada aplikasi smart kolam menampilkan :

1. Hari , Tanggal , Serta Jam

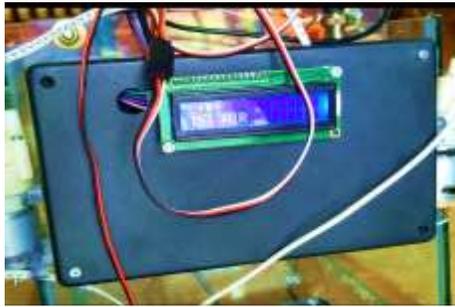
2. Kondisi PH Air Kolam
3. Kondisi kekeruhan air kolam
4. Level Air Kolam
5. Suhu Air Kolam

4.3.2 Pengujian Sensor Level

Percobaan sensor level kita uji menggunakan air , level ini sendiri telah kita setting sebagai berikut :

- Level air normal : 13-17 cm
- Level air tinggi : 17-24 cm
- Level air rendah : 0-9 cm

Sensor level akan bekerja sama dengan relay pompa , pada saat level menyentuh angka 9 cm maka secara otomatis relay akan memerintahkan pompa pengisian untuk melakukan pengisian air.



Gambar 15. Level Rendah Pengisian Air

Dan sebaliknya jika level menyentuh angka 17-25 cm maka relay akan memberikan perintah untuk pompa melakukan pengurangan air agar tidak terjadi over flow pada kolam.

3.6 pengujian Sensor PH Meter

Sensor PH meter akan bekerja dengan sesuai kondisi aktual air kolam.



Gambar 16. Pengujian PH Meter

Pada saat diuji coba menggunakan PH asam , angka PH meter langsung turun dari 6.31 menuju ke angka 3.78 yang menandakan bahwa PH meter membaca larutan asam.

4.3.3 Pengujian Sensor Turbidity

Sensor turbidity bekerja berdasarkan warna air kolam , pada saat air kolam bersih maka sensor turbidity akan terbaca T1.



Gambar 17. Sensor Turbidity dengan Air Bersih

Dan sebaliknya jika air kolam kotor maka sensor turbidity akan membaca T0.



Gambar 18. Sensor Turbidity dengan Air Kotor

4.3.4 Pengujian ESP32 Cam

ESP32 Cam berfungsi untuk mengambil gambar aktual pada kolam sehingga kita dapat memantau secara aktual kondisi gambar kita sekarang secara visual.



Gambar 19.ESP32 Cam

Pada saat kita beri perintah /photo maka esp32 cam akan mengambil gambar visual kondisi kolam



Gambar 20. Perintah ambil foto esp32cam

Esp32 Cam juga ada fitur flash yang dapat kita lakukan , hal ini sangat membantu untuk pengambilan gambar pada malam hari.



Gambar 21. Perintah Flash pada ESP32 Cam

b. Analisa

Pengujian dan pengukuran alat bertujuan untuk memastikan alat dapat berfungsi dengan baik serta sesuai dengan spesifikasi masing-masing komponen. Dari hasil percobaan alat yang telah kita coba bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik , Display LCD akan menampilkan tampilan Suhu Air Kolam, Level Air Kolam, PH Air Kolam, Detik Waktu Pemberian Makan, Turbidity Kolam (Kekeruhan).

Sensor level dapat membaca level normal , tinggi dan rendah dengan baik , sensor PH meter dapat membaca PH sesuai kadarnya , sensor *Turbidity* dapat mendeteksi bahwa air kolam masih bersih atau sudah kotor. Dan esp32 Cam dapat mengambil gambar visual melalui perintah , dan juga ada fitur flash yang dapat kita manfaatkan pada malam hari

4 KESIMPULAN

1. Sistem IOT dapat kita manfaatkan dalam kehidupan kita sehari-hari khususnya pada sistem monitoring budidaya ikan gurame yang dapat mempermudah para pembudidaya memonitoring dan melihat keadaan kolam ikan secara realtime dari jarak jauh, tidak hanya itu sistem ini pun dapat memberi pakan ikan kita secara teratur.

2. Pada saat keadaan air benar-benar kotor maka sensor turbidity akan mengirim sinyal kepada kita yang berupa notification sehingga kita dapat dengan cepat memonitoring kualitas air kolam kita
3. Level kolam pada saat low yang dapat membahayakan ikan kita , sistem akan memberikan sinyal alarm kepada kita yang akan memberitahu bahwa level air dikolam sudah dangkal , sehingga kita dapat segera responsif untuk menambah pasokan air ke kolam kita.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Setyowati, D. N., Hardaningsih, I., & Priyono, S. B. (2007). Sintasan dan Pertumbuhan Benih Pasca Larva Beberapa Subspesies Gurami (*Ospchronemus goramy*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 9(1), 149-153.
- [2]Wilianto, Kurniawan, A., 2018. Sejarah , Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things. *Matrix* 8, 36–41.
- [3]Barbon, G., Margolis, M., Palumbo, F., Raimondi, F., Weldin, N., 2016. Taking Arduino to the Internet of Things: The ASIP programming model. *Comput. Commun.* 89–90, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2016.03.016>
- [4]Mariza Wijayanti, 2022. Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot. *J. Ilm. Tek.* 1, 101–107. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i2.169>
- [5]Saleh, S., Irva, R.E., 2020. Pembangunan Aplikasi E-Learning Sebagai Sarana Pembelajaran Online Pada Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 4 Kota Bumi 1,2. *J. Tek.* 14, 65–72.
- [6]Swamardika, I.B.A., Wijaya, I.W.A., W, I.M.B.P., 2015. Rancang Bangun Sistem Tracking Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino. *E-Journal SPEKTRUM* 2, 115–120.
- [7]Sunitha, S., 2017. Distance Measurement using Ultrasonic Sensor and NodeMCU. *Int. Res. J. Eng. Technol.* 4, 1794–1797.
- [8]Wang, T., Xu, J., Molinos, J.G., Li, C., Hu, B., Pan, M., Zhang, M., 2020. A dynamic temperature difference control recording system in shallow lake mesocosm. *MethodsX* 7, 100930. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2020.100930>