

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR EMPANG MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ESP32

Khaerun Nisa¹, Adi Candra², Nurwahid Syam³

^{1,2,3} Sistem Komputer, ITEB Bina Adinata

e-mail : ¹khaerunniisa13@gmail.com, ²chandrakirana862@gmail.com, ³idho991syam@gmail.com

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk merancang Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Empang Menggunakan Mikrokontroler Esp32 di tambak udang dusun Panyutanah, untuk mengimplementasikan dan mengetahui respon masyarakat terhadap pengembangan sistem monitoring kualitas air empang menggunakan mikrokontroler Esp32 dengan notifikasi Telegram.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan yang diadaptasi dari model 4-D (Four-D Model), yang meliputi tahap pendefinisian (define), Perancangan (design), dan Pengembangan (develop).

Berdasarkan hasil dari penelitian tentang pengembangan sistem monitoring kualitas air empang menggunakan mikrokontroler Esp32 , maka dapat disimpulkan bahwa : (1) Alat ini menggunakan Mikrokontroler Esp32 sebagai pemroses data, motor servo (pompa air) sebagai tempat keluar masuknya air, LCD berfungsi untuk menampilkan nilai pH dan Suhu yang diberikan oleh sensor, serta Telegram sebagai alat monitoring. Adapun pengujian sistem yang digunakan menggunakan metode Black Box. (2) Dari hasil pengujian diperoleh bahwa Pengembangan sistem monitoring kualitas air empang menggunakan mikrokontroler Esp32 ini dapat memudahkan para petambak udang dalam hal mengetahui kualitas air secara otomatis.

Kata Kunci : Pengembangan, Monitoring, Kualitas Air, Mikrokontroler Esp32

Abstract – This study aims to design the Development of a Pond Water Quality Monitoring System Using the Esp32 Microcontroller in the Panyutanah hamlet shrimp pond, to implement and determine the community's response to the development of the Pond water quality monitoring system using the Esp32 microcontroller with Telegram notifications.

This research uses development research methods adapted from the 4-D model (Four-D Model), which includes the stages of defining, designing, and developing.

Based on the results of research on developing a pond water quality monitoring system using the Esp32 microcontroller, it can be concluded that: (1) This tool uses the Esp32 Microcontroller as a data processor, servo motor (water pump) as a place for water to enter and exit, the LCD functions to display the pH value and the temperature given by the sensor, as well as Telegram as a monitoring tool. As for testing the system used using the Black Box method. (2) From the test results it was found that the development of a pond water quality monitoring system using the Esp32 microcontroller could make it easier for shrimp farmers to know the water quality automatically.

Keywords : Development, Monitoring, Water Quality, Esp32 Microcontroller

I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini banyak memberikan kemudahan dalam kehidupan manusia. Seiring dengan per kembangan teknologi maka pemerintah menerbitkan Undang-Undang No. 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang memberi kebebasan dalam mengembangkan teknologi dari kehidupan

manusia, kemajuan teknologi sangat mendorong manusia untuk berusaha mengatasi masalah yang timbul disekitarnya.

Maytama (2017) “Air adalah komponen penting dalam budidaya perempangan, karena di dalam air, ikan, udang dan hewan air lainnya hidup, tumbuh, dan berkembang. Cara yang umum dilakukan dalam pengelolaan kualitas air pada budidaya perikanan adalah melakukan pergantian

air secara berkala. Dengan cara demikian air di dalam empang akan selalu berganti dan mutunya tetap terjaga dan memenuhi kebutuhan ikan dan udang untuk hidup”.

Kualitas air empang khususnya pada tambak udang yang menurun akan menimbulkan masalah karena dalam budidaya tambak udang, air merupakan media utama sehingga perlu perhatian yang lebih dalam pengelolaannya. Kualitas air juga merupakan salah satu faktor yang menjadi kunci keberhasilan usaha pada budidaya tambak udang.

Air yang digunakan khususnya untuk budidaya udang harus mempunyai standar kuantitas dan kualitas yang sesuai dengan persyaratan hidup udang. Air yang dapat digunakan sebagai media hidup untuk udang harus dipelajari agar udang sebagai organisme air dapat dibudidayakan sesuai dengan kebutuhan manusia sebagai sumber bahan pangan yang bergizi. Air yang dapat memenuhi kriteria yang baik untuk hewan dan tumbuhan tingkat rendah yaitu plankton sebagai indikator paling mudah bahwa air tersebut dapat digunakan untuk budidaya udang dan ikan.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di Tambak udang Dusun Panyutanah, Kelurahan Mario Rennu pada tanggal 08 Juni 2022 Oleh Bapak Saindar, mengatakan bahwa permasalahan yang ada pada masyarakat budidaya empang pada umumnya masih menggunakan sistem pengecekan kualitas air empang secara

manual, maka dari itu diperlukan alat untuk memudahkan para petambak dalam mengetahui kualitas air secara otomatis.

Adapun penelitian yang hampir sama dari penelitian ini yaitu [1] A. Emil Multazam, dkk, (2017). Dengan judul “Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname”. [2] Selain itu penelitian mengenai kualitas air juga dilakukan oleh Muhammad Rizki Gorbyandi Nadi (2019) yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Air Berbasis Mikrokontroler Dengan Sensor Kualitas Air”. Begitu juga dengan [3] Ahmad Septian Pratama, dkk. (2019) dengan judul “Simkartu (Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang) Berbasis Arduino dan SMS Gateway”.

Perancangan alat ini didasarkan keinginan penulis untuk dapat memudahkan masyarakat petambak udang dalam hal mengetahui kualitas air secara otomatis.

Dengan demikian penulis mengangkat masalah ini yang berjudul “Pengembangan Sistem Monitirng Kualitas Air menggunakan Mikrokontroler Esp32”.

II. LANDASAN TEORI

A. Pengembangan

Menurut Siagian (Yosep Satrio Wicaksono : 2016) Menyebutkan istilah “Pengembangan (*development*) merupakan suatu proses pendidikan jangka panjang bagi para karyawan manajerial untuk memperoleh penguasaan konsep-konsep abstrak dan teoritis secara sistematis”

Harris and DeSimone (Mukhlison Effendi : 2021) “Pengembangan sumber daya manusia

dapat didefinisikan sebagai seperangkat aktivitas yang sistematis dan terencana yang dirancang oleh organisasi dalam memfasilitasi para pegawainya dengan kecakapan yang dibutuhkan untuk memenuhi tuntutan pekerjaan, baik pada saat ini maupun masa yang akan datang”.

B. Sistem

Menurut Penda Sudarto Hasugian, dkk, (2017) “Sistem adalah suatu rangkaian yang terdiri dari dua atau lebih komponen yang saling berhubungan dan saling berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan dimana sistem biasanya terbagi dalam sub sistem yang lebih kecil yang mendukung sistem yang lebih besar”.

Menurut Fery Wongso (2016) “Sistem adalah kumpulan atau rangkaian komponen-komponen yang saling berhubungan, bekerja sama dan saling berinteraksi untuk mencapai suatu tujuan dengan melalui tiga tahapan input (masuk), proses dan output (keluar)”.

C. Monitoring

Menurut Herlina, dkk, (2016) “Monitoring juga didefinisikan sebagailangkah untuk mengkaji apakah kegiatan yang dilaksanakan telah sesuai dengan rencana, mengidentifikasi masalah yang timbul agar dapat langsung diatasi, melakukan penilaian apakah pola kerja dan manajemen yang digunakan sudah tepat untuk mencapai tujuan, mengetahui kaitan antara kegiatan dengan tujuan untuk memperoleh kemajuan”.

D. Kualitas Air

Menurut Masduqi (2019) “Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang di ukur dan atau di uji berdasarkan parameter-parameter tertentu kualitas air dapat dinyatakan dengan parameter kualitas air. Parameter ini meliputi parameter fisik, kimia, dan microbiologis”.

Effendi (Dita Tania Suhendra : 2021) “Kualitas air tambak merupakan faktor utama kelangsungan hidup dan produktivitas budaya udang. Kualitas air dinyatakan dengan beberapa parameter fisika, yaitu suhu air, salinitas, kekeruhan air, padatan terlarut dan sebagainya”.

E. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) yang dikenal dengan nama udang putih merupakan spesies introduksi asal dari perairan Amerika Tengah dan negaranegara di Amerika Tengah dan Selatan seperti Ekuador, Venezuela, Panama, Brasil dan Meksiko yang belum lama dibudidayakan di Indonesia. Beberapa tahun terakhir ini, komoditas yang berkontribusi utama pada sektor budidaya perikanan di Indonesia adalah udang putih.

Udang vaname dirilis secara resmi pada tahun 2001 dan sejak itu peranan vaname sangat nyata menggantikan agroindustri udang windu (*Penaeus monodon*) yang merupakan udang asli Indonesia yang mengalami penurunan dan gagal produksi akibat faktor teknis maupun non teknis. Dipandang dari segi ekonomis, vaname merupakan jenis udang yang memiliki prospek ekonomis yang tinggi karena digemari banyak orang.

F. Mikrokontroler Esp32

Mikrokontroler merupakan sistem dengan

biaya yang rendah, berdaya rendah pada seri chip (SoC) dengan Wi-Fi serta kemampuan Bluetooth dua mode. Keluarga mikrokontroler ESP32 termasuk chip ESP32-D0WDQ6 (dan ESP32-D0WD), ESP32-D2WD, ESP32-S0WD, dan sistem dalam paket (SiP) ESP32-PICO-D4. Ada mikroprosesor *Tensilica Xtanse LX6 dual-core* atau *single-core* dengan clock rate hingga 240 MHz.

Mikrokontroler ESP32 ini sudah terintegrasi dengan built-in antenna switches, RF balun, power amplifier, low-noise receive amplifier, filters, and power management modules. Didesain untuk perangkat seluler, perangkat elektronik yang dapat dipakai, dan aplikasi IoT, ESP32 juga bekerja dengan konsumsi daya sangat rendah melalui fitur hemat daya termasuk fine resolution clock gating, multiple power modes, and dynamic power scaling.

G. Sensor pH

Rozaq, dkk (2018) “Sensor pH ialah sensor yang digunakan untuk mengetahui derajat keasaman. pH singkatan *power of hidrogen*, yang juga merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen yang ada dalam tubuh. Total skala pH berkisar dari 1 sampai 14, dengan 7 dianggap netral. Sebuah pH yang kurang dari 7 dikatakan asam dan larutan dengan pH yang lebih dari 7 dasar atau alkali. Alat ini dapat mengukur kualitas air dan parameter lainnya”.

H. Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 merupakan sensor suhu dalam bentuk digital, mampu beroperasi hanya dengan menggunakan satu kabel atau disebut 1-Wire bus yang menggunakan protokol one wire, dimana hanya membutuhkan 1 kabel untuk data yang terhubung ke mikrokontroller, dengan adanya protokol onewire ini sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengoperasikan banyak sensor DS18B20 sekaligus hanya dengan satu kabel penghubung yang sama.

I. Pompa Air

Pompa Air DC merupakan jenis pompa yang menggunakan motor dc dan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, sedangkan besar dari beda tegangan pada kedua terminal menentukan kecepatan motor.

Pompa Air DC memiliki 3 bagian dasar :

1. Bagian yang tetap/stasioner yang disebut stator. Stator ini menghasilkan medan magnet, baik yang dibangkitkan dari sebuah koil (elektro magnet) ataupun magnet permanen.
2. Bagian yang berputar disebut rotor. Rotor ini berupa sebuah koil dimana arus listrik mengalir.
3. Gear Box yang dipasang pada pompa. Gear box ini didalamnya terdapat gear yang dipasang pada ujung rotor untuk menghisap air.

J. LCD

Menurut Narasiang dalam jurnal Feby Arianto (2019) "LCD adalah perangkat untuk menampilkan data berupa teks dan gambar, sekarang ini mulai banyak digunakan. LCD mulai dirasakan menggantikan penampil CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluhan-puluhan tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar atau text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna". LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk kristal cair sebagai pemendar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik ialah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam setiap baris dan kolom.

K. Flowchart

Flowchart atau bagan alur adalah diagram yang menampilkan langkah-langkah dan keputusan untuk melakukan sebuah proses dari suatu program. Setiap langkah ditampilkan dalam bentuk diagram dan dihubungkan dengan garis atau arah panah. Dapat disimpulkan bahwa, flowchart adalah suatu diagram alir yang mempunyai berbagai bentuk yang dapat digunakan dalam menyusun suatu keputusan.

Flowchart berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah atau fungsionalitas dari sebuah proyek pembuatan program yang melibatkan banyak orang sekaligus. Selain itu dengan menggunakan bagan alur proses dari sebuah program akan lebih jelas, ringkas, dan mengurangi kemungkinan untuk salah penafsiran.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian pengembangan yang diadaptasi dari model 4-D (Four-D Model) yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, meliputi tahap pendefinisian (*define*), Perancangan (*design*), dan Pengembangan (*develop*).

1. Tahap Pendefinisian

Tujuan tahap ini adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Dalam menentukan dan menetapkan syarat-syarat pembelajaran diawali dengan analisis tujuan.

2. Tahap Perancangan

Tujuan tahap ini adalah untuk menyiapkan prototipe Pengembangan Sistem Monitoring Kualitas Air Empang Menggunakan Mikrokontroler Esp32 untuk pemecahan masalah.

3. Tahap Pengembangan

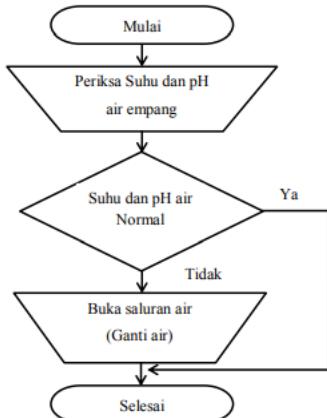
Tujuan tahap ini adalah untuk menghasilkan pengembangan sistem monitoring kualitas air empang menggunakan mikrokontroler Esp32 yang sudah direvisi pembimbing berupa draft 1 yang akan validasi oleh para pakar/ahli maupun dilakukan uji coba.

IV. ANALISIS DAN DESAIN SISTEM

A. Sistem yang berjalan

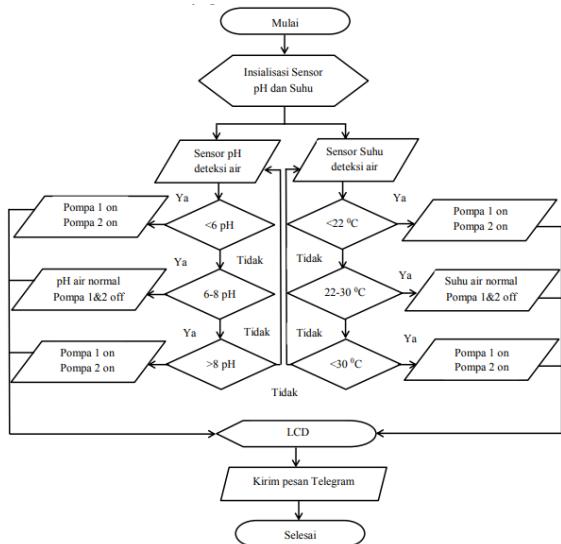
Sistem yang berjalan saat ini adalah pengecekan kualitas air empang secara manual. Berdasarkan analisis sistem yang sedang berjalan yaitu seseorang melihat air empang secara langsung kemudian memberikan hasil keputusan apakah kualitas air empang dalam keadaan buruk atau jelek, sedangkan untuk mengetahui pH

masyarakat belum melakukan tes.



Gambar 1 Sistem yang sedang berjalan

B. Sistem yang diusulkan



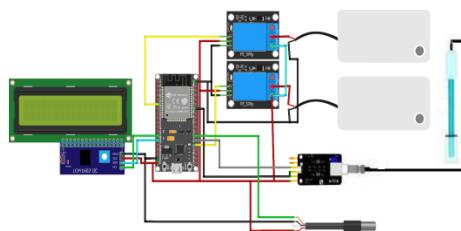
Gambar 2 Sistem yang diusulkan

Saat alat digunakan pertama-tama sensor akan melakukan pembacaan pada air dengan tiga kriteria yaitu kurang normal dan berlebihan (di atas normal) kemudian data yang dihasilkan akan di analisis oleh Mikrokontroler Esp32 apakah air empang tersebut ph dan suhunya normal atau tidak, jika tidak maka mikrokontroler akan memerintahkan pompa air on untuk memasukkan air. Apabila pembacaan data telah selesai maka akan ditampilkan di kirim

melalui telegram. Pembacaan juga akan dilakukan oleh sensor ph pada air empang dimana data yang dihasilkan akan kembali di analisis oleh Mikrokontroler Esp32 untuk kemudian diketahui apakah air yang dianalisis asam atau basa. Apabila pembacaan data telah tepat maka akan ditampilkan dilayar melalui telegram sebagai alat monitoring.

V. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

A. Skema Rangkaian Alat



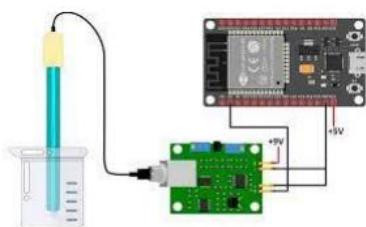
Gambar 3 Skema Rangkaian

- Mikrokontroler ESP32 sebagai Pemroses Data
- Sensor DS18B20
- Sensor pH air
- LCD

Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler yang menjadi chip atau modul utama yang berfungsi untuk memproses setiap data yang masuk yang berasal dari nilai sensor yang sedang berjalan yaitu sensor pH atau derajat keasaman yang akan memberi input berupa kadar asam basa dalam air, untuk nilai asam yaitu 0-6 dan untuk derajat basa yaitu 7-14, sensor ds18b20 atau sensor suhu yang akan memberi input berupa niali suhu yang di dapat dalam air yaitu batas normal berada pada 22-30°C.

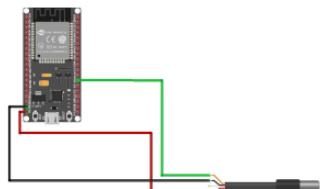
B. Perancangan Antar Muka

- Perancangan Input
 - Rancangan Sensor pH

**Gambar 4** Sensor pH air

Sensor pH adalah modul yang berfungsi untuk mengukur derajat asam basa air yaitu dengan mencelupkan sensor ataupun memasang ujung sensor kedalam air. Cara kerja sensor ini yaitu dengan cara memasukkannya ke dalam air, maka dengan itu sensor dapat membaca nilai asam basa air yang kemudian dikirimkan kan untuk di proses.

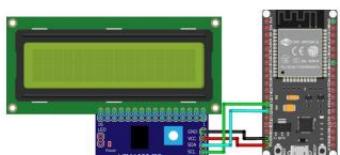
b. Rancangan Sensor Suhu DS18B20

**Gambar 5** Sensor Suhu DS18B20

Sensor ds18b20 berfungsi untuk mengukur suhu air dalam empang. Cara kerja sensor ini sama dengan sensor pH yaitu dengan 68 memasukkan sensor ke dalam air, maka dengan itu sensor dapat membaca suhu air.

2. Perancangan Output

a. Rancangan LCD 16x2

**Tabel 6** LCD

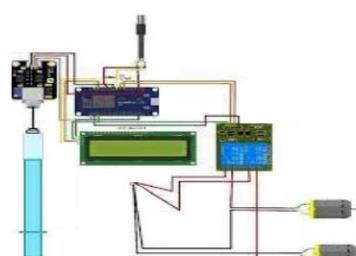
LCD 16x2 merupakan modul yang berfungsi untuk menampilkan suatu nilai yang di berikan pada sensor tersebut. Cara kerja dari alat ini yaitu jika mikrokontroler mengeluarkan nilai dan diberikan kepada LCD 16x2, maka nilai tersebut akan ditampilkan di display. LCD 16x2 di sini bertujuan untuk menampilkan nilai pH dan suhu yang di berikan oleh sensor dan memberikan informasi kepada petambak empang.

b. Telegram

**Gambar 7** Telegram

Telegram merupakan aplikasi yang digunakan untuk menerima infomrasi perubahan keadaan suhu dan pH air pada empang, sedangkan cara kerja dari aplikasi ini yaitu aplikasi telegram ini akan menerima pesan dari Esp32 jika memenuhi 3 kriteria perubahan suhu dan pH air.

3. Perancangan Alat

**Gambar 8** Rancangan Alat

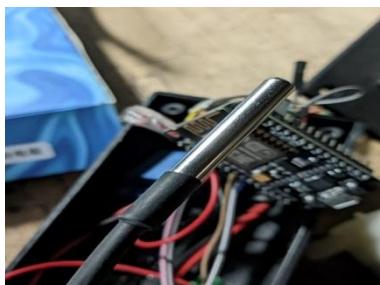
Sistem ini menggunakan mikrokontroler yang berfungsi untuk memproses setiap nilai yang dikirimkan oleh sensor yang berjalan, sensor pH dan sensor suhu DS18B20, serta pemicu untuk memantau ketinggian air berfungsi sebagai masukan, sedangkan LCD 16x2 dan pompa air berfungsi sebagai keluaran.

C. Implementasi

a. Input

Input sensor suhu dan sensor pH

1. Sensor Suhu DS18B20



Gambar 9 Rangkaian sensor DS18B20

Pada gambar di atas merupakan sensor suhu DS18B20 yang dapat mendeteksi suhu pada air empang dan memberikan input terhadap mikrokontroler sebagai pemroses, jika suhu <20 dan suhu >30 maka pompa air empang akan aktif selain itu suhu air normal.

2. Sensor pH air



Gambar 10 Rangkaian sensor pH air

Pada gambar di atas merupakan sensor pH air yang dapat mendeteksi kualitas pH

pada air empang dan memberikan input terhadap mikrokontroler sebagai pemroses, jika pH <6 dan pH >8 maka pompa air empang akan aktif selain itu pH air empang dinyatakan normal.

b. Proses

Rangkaian Mikrokontroler ESP32 sebagai Pemroses Data



Gambar 11 Rangkaian Esp32

Gambar rangkaian Esp32 merupakan rangkaian mikrokontroler yang memperoses semua data yang masuk, baik dari sensor suhu maupun sensor pH untuk menjalankan pompa air dan memberikan informasi mengenai kualitas air melalui aplikasi telegram.

c. Output

1. Pompa air



Gambar 12 Rangkaian Pompa Air

Rangkaian pompa pada gambar di atas merupakan output dari hasil pemrosesan data pada mikrokontroler. Pompa ini akan aktif apabila sensor suhu mendeteksi <20 dan >30 serta sensor pH mendeteksi pH air <6 dan >8 .

2. LDC

**Gambar 13** Rangkaian LCD

Rangkaian LCD pada gambar di atas merupakan output dari hasil pemrosesan data pada mikrokontroler. LCD ini akan menampilkan kualitas air berdasarkan hasil dari sensor suhu dan sensor pH.

d.Gambar Rangkaian Alat

**Gambar 13** Gambar Alat Tampak Depan

Pada gambar alat tampak depan terdapat 1 Esp32, 1 LCD, 2 pompa air, serta 1 sensor pH dan 1 sensor suhu Ds18b20.

D. Pengujian Sistem

1. Pengujian Sensor pH

No.	Kriteria Pengukuran pH air	Kondisi Pompa air	Keterangan
1.	pH air <6	Pompa Air On	Masukkan air
2.	pH air 6-8	Pompa Air off	pH air Normal
3.	pH air >8	Pompa Air on	Masukkan Air

Tabel 1 Pengujian Sensor pH

Dalam pengujian sensor pH dilakukan dengan menguji nilai pH air. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sensor pH ke dalam air. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai pH air.

2. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

No .	Kriteria Pengukuran suhu air	Kondisi Pompa air	Keterangan
1.	Suhu air <22 °C	Pompa Air On	Masukkan air
2.	Suhu air 22- 30 °C	Pompa Air off	Suhu air Normal
3.	Suhu air >30 °C	Pompa Air on	Masukkan air

Tabel 2 Pengujian Sensor Suhu

3. Pengujian Keseluruhan

No.	Suhu Air	pH Air	Kondisi Pompa Air	Ket.L CD	Ket. Gambar
1.	Suhu air <22 °C	pH air <6	Pompa Air On		
2.	Suhu air <22- 30°C	pH air 6-8 pH	Pompa Air Off		

3.	Suhu air >30° C	pH air >8	Pompa Air On		
----	-----------------	-----------	--------------	---	---

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil pengujian pengembangan sistem monitoring kualitas air empang menggunakan mikrokontroler Esp32 ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem monitoring kualitas air empang berbasis mikrokontroler telah berhasil dikembangkan menggunakan mikrokontroler jenis Esp32, Sensor pH, Sensor ds18b20, dan LCD I2C 16X2 yang terintegrasi dengan telegram sebagai alat monitoring, sehingga apabila ada salah satu komponen yang mengalami gangguan atau error maka sistem monitoring kualitas air empang tidak akan berfungsi dengan baik.
2. Sistem monitoring kualitas air empang ini memiliki beberapa keunggulan, karena disamping mengecek nilai dari pH air dan suhu air, alat ini juga menyediakan suplay air otomatis.
3. Pengujian sistem secara keseluruhan menunjukan bahwa alat dapat menjalankan semua fungsinya yaitu pembacaan pada sensor pH, sensor suhu dan saat membaca kualitas air yang disertakan terbuka atau tertutupnya pompa air apabila kondisi terpenuhi..

DAFTAR PUSTAKA

Aminah, Siti (2017). "Sistem Monitoring Siswa Pada Sd Methodist-5 Kota Pagar Alam Berbasis Web". Jurnal Ilmiah Betrik. Vol. 08, No.03, Desember 2017.

Herlina A, Dkk. (2016). "Sistem Informasi Monitoring Pengembangan Software Pada Tahap Development Berbasis Web". Jurnal Informatika, 2016.

Hendry, Elektronika (2020). "Bentuk Fisik Esp32". Tersedia : <https://www.elektronikahendry.com/2020/07/part-1-hardware-esp32.html>.

Iswandi (2019). "Sistem Monitoring Kualitas Air Empang Berbasis Mikrokontroler". Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. [19 September 2021].

Maytama, Dkk. (2017). "Pendeteksi Kesetabilan Kondisi Ph Air Pada Air Kolam Ikan Berbasisi Arduino Uno R3". Fakultas Teknik. [30 Agustus 2017].

Nababan Edward, Dkk. (2015). "Pemeliharaan Udang Putih (*Litopenaeus Vannamei*) Dengan Persentase Pakan Yang Berbeda". Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang "Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengolahan Lingkungan Hidup". Jakarta : Presiden

Republik Indonesia.

Fisheries And Marine Research. Vol. 4 No.3 (2020).

Prasetyo, Elga Aris. (2019). "Arsitektur dan Fitur Esp32". Tersedia : <https://www.edukasielektronika.com/2019/07/arsitektur-dan-fitur-esp32-module-esp32.html>.

Rizky, Dimas. (2019). Jenis Flowchart dan simbol-simbolnya.Tersedia: <https://medium.com>. [30 April 2019].

Seisdigital, (2018). "jenis-jenis sensor pH". Tersedia : <https://seisdigital.com/jenis-jenis-ph-meter-dan-fungsi-masing-masing-ph-meter/artikel/>. [29 Mei 2018].

Sitorus, Nur Baity. (2017). "*Pendeteksian Ph Air Menggunakan Sensor Ph Meter V1.1 Berbasis Arduino Nano*". Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Somya, Ramos, Dkk. (2017). "Sistem Monitoring Nilai Proses Belajar Mengajar Pada Program Studi Menggunakan Web Service". Jurnal Dinamika Rekayasa. p-ISSN 1858-3075 | e-ISSN 2527-6131. Vol. 14 No. 1 (2018) Hal. 1-8.

Syam, Nurwahid. (2017). "*Pengembangan Media Tutorial Pembelajaran IPA Berbasis Web Untuk Peserta Didik Kelas VIII SMPN 5 Pallangga*". Jurnal Pendidikan Fisika. p - ISSN: 2302-8939, e - ISSN: 2527-4015. Volume 5, Nomor 2.

Suhendra, Dita Tania, Dkk. (2020). "*Hubungan Kekeruhan Terhadap Materi Partikulat Tersuspensi (Mpt) Dan Kekeruhan Terhadap Klorofil Dalam Tambak Udang*". Journal Of