

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat Dan Bahan

Pada rancangan penelitian ini membutuhkan beberapa alat dan bahan yang tercantum pada tabel 3.1 dan berikut ini dijelaskan cara kerja dari alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3.1 Daftar Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan	Jumlah
1	Laptop	1
2	NodeMCU ESP32	1
3	Sensor pH meter	2
4	Buzzer	1
5	LCD 16x2	1
6	I2C <i>Serial Interface</i>	1
7	Sensor Ultrasonik	1
8	<i>Relay 2 channel</i>	1
9	<i>Water pump DC 12V</i>	2
10	<i>DC Power Supply 12V</i>	1
11	<i>DC Converter Step Down</i>	1
12	<i>Software Arduino IDE</i>	1
13	<i>Software Wireshark</i>	1
14	<i>Software MQTT Dashbord</i>	1

3.1.1 Laptop

Laptop merupakan perangkat elektronik yang menerima masukkan data, mengolah data dan memberikan hasil keluaran dalam bentuk informasi. Laptop digunakan untuk mengolah seluruh bahan data yang telah didapat oleh penulis dan untuk melakukan pembuatan sistem yang akan digunakan serta sebagai media dalam pengambilan hasil data. Komputer yang digunakan pada penelitian ini adalah Laptop HP (Hewlett-Packard) 14-bw015au yang memiliki spesifikasi Internal RAM

4GB DDR3 dengan *processor* AMD *Dual-Core A-Series processor* CPU @ 3.6 GHz dan 500GB HDD.

3.1.2 NodeMCU ESP32

Pada perancangan alat Tugas Akhir ini ESP 32 sebagai mikrokontroler yang digunakan untuk menerima data yang dikirimkan oleh sensor–sensor sebagai *input* pada perangkat ini. Pada perangkat ini digunakan sebagai pengendali utama dan digunakan sebagai media pengiriman hasil data kepada *subscriber* yang telah disediakan. Pengiriman hasil data tersebut menggunakan modul *wifi* yang terdapat pada *board* ESP 32.

3.1.3 Sensor pH meter

Pada perancangan alat ini sensor pH meter digunakan untuk mengukur kadar keasaman atau kebasaan air kolam benih ikan lele sangkuriang.

3.1.4 Buzzer

Pada perancangan alat ini *Buzzer* digunakan sebagai notifikasi atau pemberitahuan apabila ketinggian air dan kadar keasaman atau kebasaan tidak sesuai.

3.1.5 LCD 16x2

Pada perancangan alat ini LCD digunakan sebagai *interface* antara mikrokontroler dengan user nya, LCD akan menampilkan data dari kadar pH, nilai SAW, ketinggian air kolam dan status kolam.

3.1.6 I2C Serial Interface

Pada perancangan alat ini sensor *I2C* digunakan untuk mengirim dan menerima data. Keduanya adalah SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*), kedua pin ini tentu sangat menghemat penggunaan pin pada Mikrokontroler.

3.1.7 Sensor Ultrasonik

Pada perancangan alat ini Sensor Ultrasonik digunakan untuk mendeteksi ketinggian berdasarkan permukaan air didalam kolam kurang atau bahkan lebih dari batas yang seharusnya.

3.1.8 Relay 2 Channel

Pada perancangan alat Tugas Akhir ini *Relay 2 channel* digunakan sebagai saklar pada pompa pengisian dan pompa pembuangan.

3.1.9 Pompa Air

Pada perancangan alat ini pompa air digunakan ketika sensor ultrasonik mendeteksi bahwa ketinggian air pada kolam kurang maka pompa akan menyala untuk mengisi air pada kolam dan begitu juga sebaliknya.

3.1.10 DC Power Supply

Pada perancangan alat ini *DC Power Supply* digunakan sebagai sumber daya bagi seluruh perangkat keras.

3.1.11 DC Converter Step Down

Pada perancangan alat ini *DC Converter Step Down* digunakan untuk menurunkan tegangan dari *Power Supply* ke sensor.

3.1.12 Software Arduino IDE

Pada perancangan alat ini digunakan untuk membuat *source code* program sistem yang akan digunakan pada mikrokontroler NodeMCU ESP32.

3.1.13 Software Wireshark

Pada perancangan alat ini *software* wireshark digunakan untuk mengumpulkan data yang melintas pada salah satu network *interface* komputer. Data yang telah terkumpul akan diamati dan hasil yang telah diperoleh untuk melihat kualitas QoS saat dilakukan pengiriman data tersebut.

3.1.14 Software MQTT Dashboard

Pada perancangan alat ini *software* MQTT *Dashboard* digunakan sebagai penyedia layanan *database* secara *real time* dan *subscriber*. *Software* ini digunakan untuk menyimpan hasil data yang telah diperoleh dari perancangan yang sudah terkirim pada aplikasi MQTT *Dashboard*.

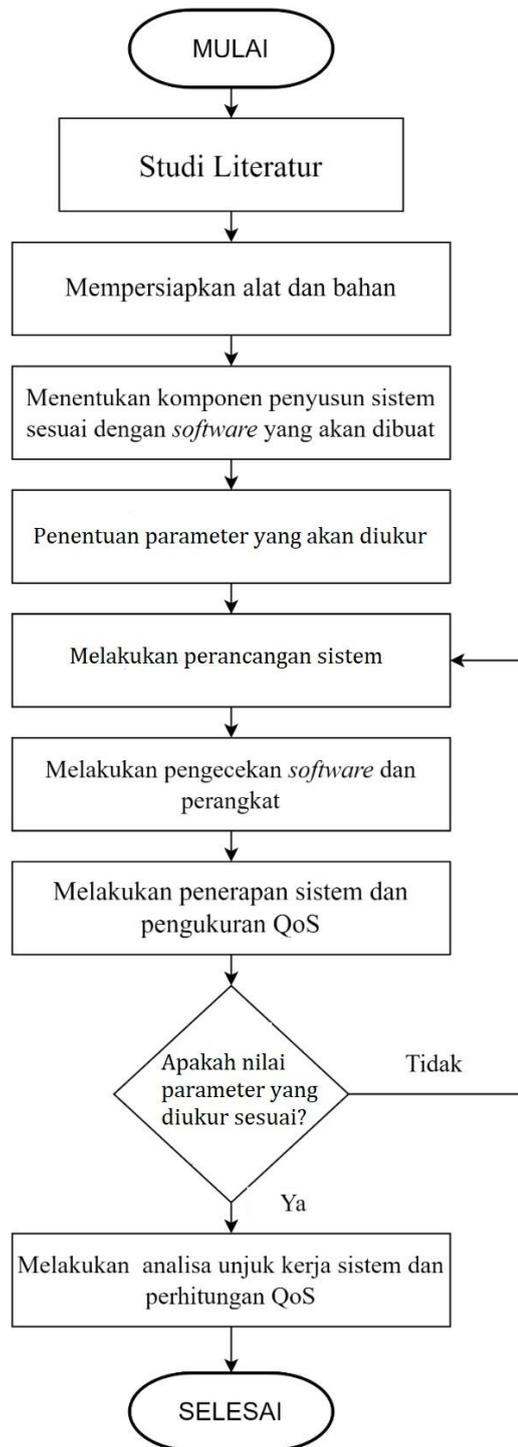
3.2 Alur Penelitian

Pada alur penelitian membahas mengenai *flowchart* penelitian dan *flowchart* sistem yang diterapkan pada penelitian ini. Pada *flowchart* penelitian membahas mengenai tahapan penelitian yang dilakukan, sedangkan *flowchart* sistem membahas mengenai alur kerja pada alat monitoring pada penelitian ini

3.2.1 Flowchart

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap mulai dari tahap studi literatur hingga pada tahap analisis kinerja sistem dan analisis hasil pengujian simulasi. Pada

gambar 3.1 merupakan *flowchart* dari penelitian yang dimulai dari studi literatur, perancangan sistem hingga analisis unjuk kerja sistem dari alat monitoring pada penelitian ini.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yaitu dilakukan dengan pengukuran yang nantinya akan mendapatkan hasil nilai dari pengukuran yang akan diolah. Pada penelitian ini melakukan pengukuran pada kadar pH air menggunakan metode SAW untuk pengambilan keputusan sirkulasi pada air kolam dan ketinggian air pada kolam benih ikan lele sangkuriang (*Clarias Gariepinus var. Sangkuriang*) . kemudian dalam skala model sekaligus dilakukan pencatatan hasil pengukuran berupa data-data yang diperoleh yaitu hasil nilai kadar pH, nilai keputusan sirkulasi air kolam ikan lele Sangkuriang menggunakan metode SAW, dan ketinggian air kolam terpal. Dilakukan pengujian fungsionalitas dari sensor pH Air, Sensor Ultrasonik dan akan terpenuhinya parameter QoS dari sistem “MONITORING PH DAN SIRKULASI AIR KOLAM TERPAL SECARA OTOMATIS PADA BUDIDAYA BENIH IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias Gariepinus var. Sangkuriang*) DENGAN METODE *SIMPLE ADDITIVE WEIGHITNG* (SAW)”. Pengukuran kadar pH menggunakan metode SAW dan ketinggian air berfungsi sebagai indikator kualitas air dan kesesuaian sistem dengan target hasil yang diinginkan pada penelitian ini. Adapun deskripsi setiap tahapan gambar 3.1 dalam alur penelitian ini antara lain :

1. Studi Literatur

Penulis memulai penelitian dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk dapat mendalami penelitian yang akan dilakukan berupa referensi jurnal, paper, buku, *electronic book*, artikel, data *sheet* dan skripsi. Pada studi literatur, penulis mengumpulkan teori-teori maupun metode yang berkaitan dengan topik penelitian.

2. Mempersiapkan alat dan bahan

Penulis menentukan dan mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk membuat sistem monitoring pH dan sirkulasi air kolam terpal secara otomatis pada budidaya benih ikan lele Sangkuriang.

3. Menentukan komponen penyusun sistem sesuai dengan *software* yang akan dibuat

Penulis melakukan pemilihan sistem komponen penyusun dalam penelitian ini. Komponen penyusun terdapat bagian yang dirancang pada penelitian ini yaitu berupa perangkat *monitoring*, aplikasi *MQTT Dashboard*, dan untuk mengukur

parameter QoS yakni aplikasi *Wireshark*. Pada perangkat *monitoring* menggunakan Node MCU ESP32 sebagai mikrokontroler, *relay 2 channel*, I2C, LCD 16x2, *Buzzer*, *waterpump 12 Volt DC*, modul sensor pH Air, dan sensor ultrasonik. Pada *MQTT Dashboard* berfungsi sebagai *database* secara *realtime* yang terhubung dengan *device* dan perangkat *monitoring*. Pada *Wireshark* berfungsi untuk menganalisa dan mengukur kualitas jaringan pada proses prototipe.

4. Penentuan parameter yang akan dilakukan pengukuran

Penulis menentukan parameter apa saja yang akan diukur pada sistem. Penentuan parameter berdasarkan oleh beberapa referensi seperti jurnal, paper, buku, dan skripsi. Parameter yang akan diukur antara lain adalah pH air dengan metode SAW, ketinggian air kolam, dan QoS (*Delay, Throughput dan Packet Loss*).

5. Melakukan perancangan sistem

Dilakukan perancangan komponen dari bagian sistem yang telah dibuat. Pertama dilakukan pembuatan *dashboard* pada *MQTT*. Selanjutnya pada *software Wireshark* melakukan *monitoring* kualitas jaringan yang dilakukan secara *realtime*. Terakhir melakukan perancangan untuk perangkat *monitoring* pH dan sirkulasi air kolam terpal secara otomatis pada benih ikan lele Sangkuriang.

6. Melakukan pengecekan *software* dan perangkat menggunakan *MQTT Dashboard* dan pengukuran QoS

Dilakukan pengecekan kinerja dari semua fitur yang telah dibuat dalam penelitian ini dengan melakukan perhitungan QoS dari *MQTT Dashboard* pada perangkat/*device*.

7. Melakukan analisa unjuk kerja sistem dan pengukuran QoS

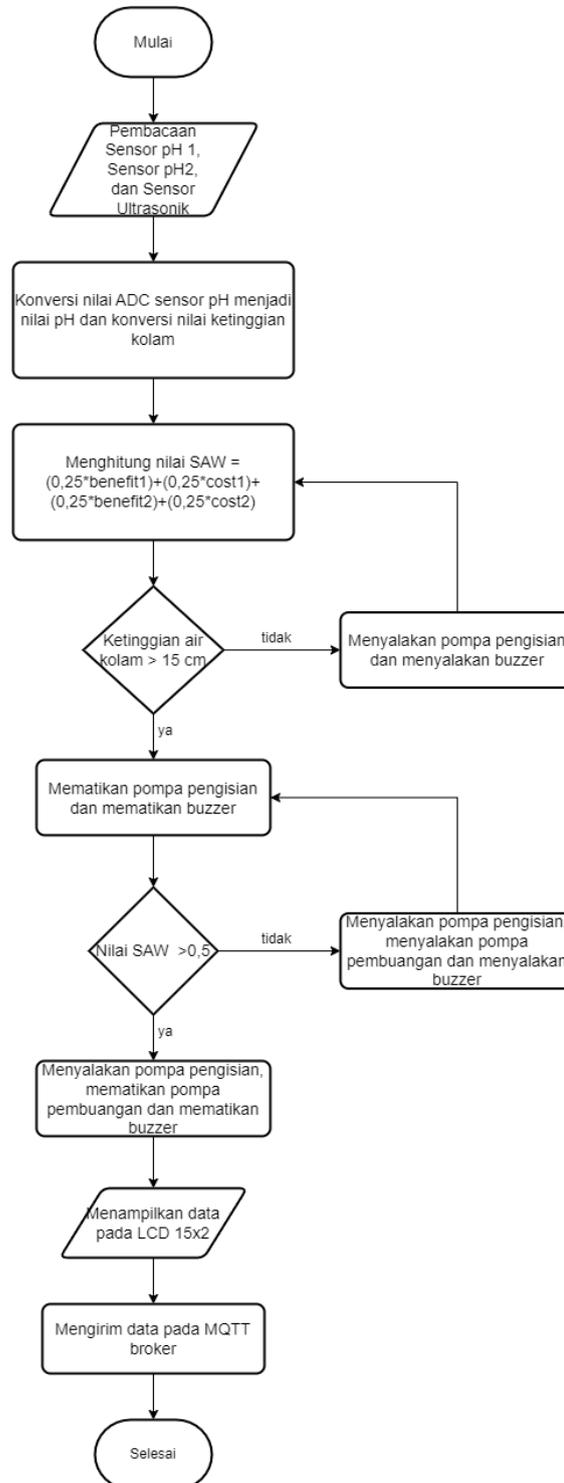
Dilakukan pengecekan fungsionalitas alat *monitoring* dan pengecekan QoS sudah dilakukan dan data yang didapat akan dianalisa untuk mengetahui kualitas apakah sistem yang dibuat dan nilai yang telah diperoleh sudah sesuai yang diharapkan.

8. Kesimpulan

Tahap terakhir ini, penulis melakukan kesimpulan terhadap hasil data yang telah diperoleh. Pada kesimpulan akan disampaikan kinerja perangkat dan sistem yang telah dibuat.

3.2.2 Flowchart Sistem

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap mulai dari tahap pembacaan sensor hingga pada proses kerja sistem dan hasil pengujian sistem.



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Flowchart 3.2 menjelaskan terkait dengan alur dari sistem, sistem berjalan dimulai dari menyalakan perangkat dan melakukan proses inialisasi dan setiap sensor melakukan pembacaan dan mengambil *input* terhadap masing-masing parameternya. sensor pH air 1 akan mendeteksi kadar pH didekat pengisian air baru, sedangkan sensor pH air 2 mendeteksi kadar pH didekat pembuangan. Kemudian sensor ultrasonik berperan dalam mengukur ketinggian air kolam. Ketika air kolam dibawah 15cm, *relay* akan menyalakan pompa hingga air dalam kolam terisi dan apabila volume air kolam sudah mencapai 15cm maka pompa akan berhenti. Kemudian sensor pH 1 dan 2 pada kolam akan mengukur kadar pH dengan range yang telah ditentukan yaitu 6,5-9, setelah nilai telah didapatkan maka selanjutnya nilai tersebut diolah menggunakan metode SAW yang berguna untuk menentukan sistem pengambilan keputusan untuk melakukan sirkulasi pada air kolam benih ikan lele sangkuriang. Apabila nilai SAW lebih kecil dari 0,5 maka akan dilakukan keputusan untuk proses sirkulasi pada air kolam kembali dengan menghidupkan pompa pengisian dan pompa pembuangan, apabila nilai SAW lebih dari 0,5 maka pompa pengisian dan pembuangan akan dimatikan lalu nilai data yang diperoleh akan ditampilkan pada LCD 16x2 pada perangkat dan pada *smartphone* melalui aplikasi MQTT *dashboard*

3.3 Perancangan Alat

3.3.1 NodeMCU ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang sangat *compatible* dengan Arduino IDE karena menggunakan bahasa pemograman C/C++, ESP32 terdapat inti CPU dan *WiFi* yang lebih cepat, GPIO yang lebih banyak. Mikrokontroler ini sudah tersedia modul *wifi* sehingga mendukung untuk membuat sistem IoT.

3.3.2 MQTT (*Message Querying Telemetry Transport*) Protokol

MQTT protokol merupakan protokol yang berjalan pada TCP/IP dan dirancang untuk sebuah aplikasi. Prinsip kerja MQTT menerapkan data *publisher*, *broker* sebagai penghubung yang memiliki tema tertentu dan *subscriber* (penerima) dalam aplikasi.

3.3.3 Wireshark

Wireshark merupakan sebuah *software* dari sebuah *Network Protocol Analyzer* yang berfungsi untuk melakukan analisis suatu jaringan, dengan menggunakan aplikasi ini memungkinkan untuk mengetahui kualitas dalam jaringan. Pada penelitian ini aplikasi *wireshark* diperuntukkan mempermudah proses perhitungan QOS.

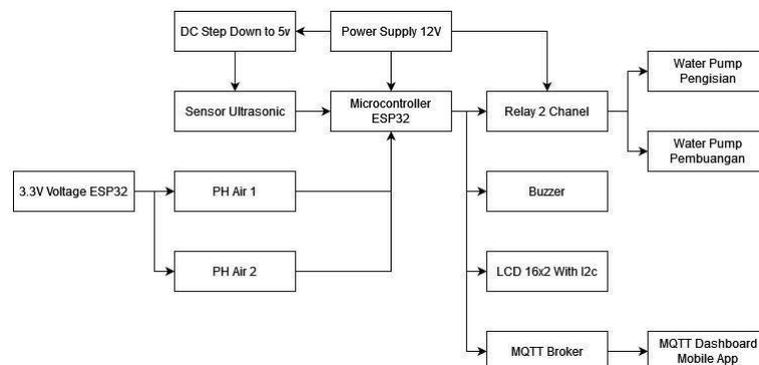
3.4 Perancangan Sistem

3.4.1 Perancangan Perangkat

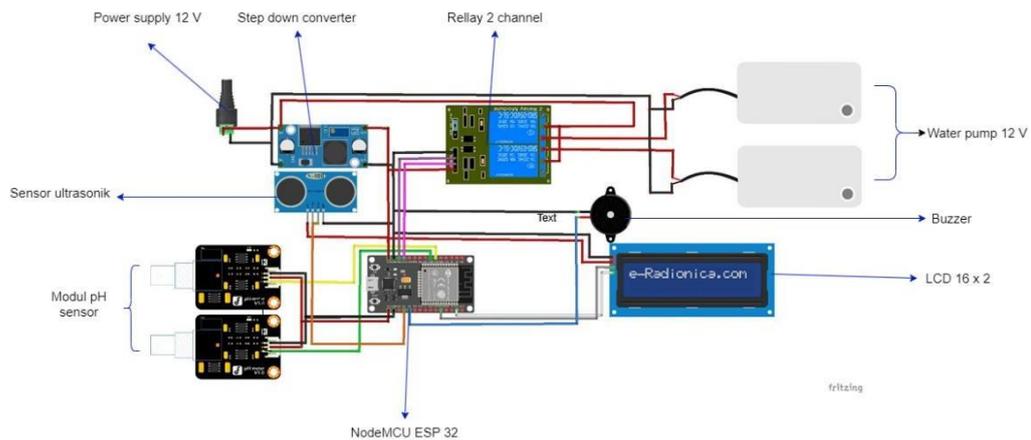
Pada perancangan sistem memiliki dua subsistem yang saling berhubungan yaitu berupa perangkat *monitoring*, dan MQTT *dashboard* sebagai *database*. Pada perancangan sistem dilakukan pengecekan kinerja perangkat pada sistem keseluruhan alat dengan aplikasi MQTT *dashboard*.

3.4.2 Pemasangan Perangkat

Pada gambar 3.3 sensor pH air 1 dan sensor pH air 2 mengirim sinyal analog pada mikrokontroler esp32 dan sensor ultrasonik mengirim sinyal digital ke mikrokontroler esp32. Mikrokontroler esp32 menerima *input* dari sensor pH air 1, sensor pH air 2, dan sensor ultrasonik. Kemudian mikrokontroler esp32 mengirim perintah ke aktuator berupa *relay 2 channel* yang akan menghidupkan pompa air pengisian dan pompa air pembuangan. Selain itu, mikrokontroler akan menyalakan *buzzer* dengan mengirim sinyal digital apabila pembacaan dari sensor pH air 1, sensor pH air 2, dan sensor ultrasonik menunjukkan ke tidak sesuai nilai dengan parameter yang sudah ditentukan. Pada gambar 3.3 merupakan blok dari diagram sistem pada alat monitoring, sedangkan pada gambar 3.4 merupakan *wiring* pada alat monitoring.



Gambar 3.3 Blok diagram



Gambar 3.4 Wiring Alat Monitoring

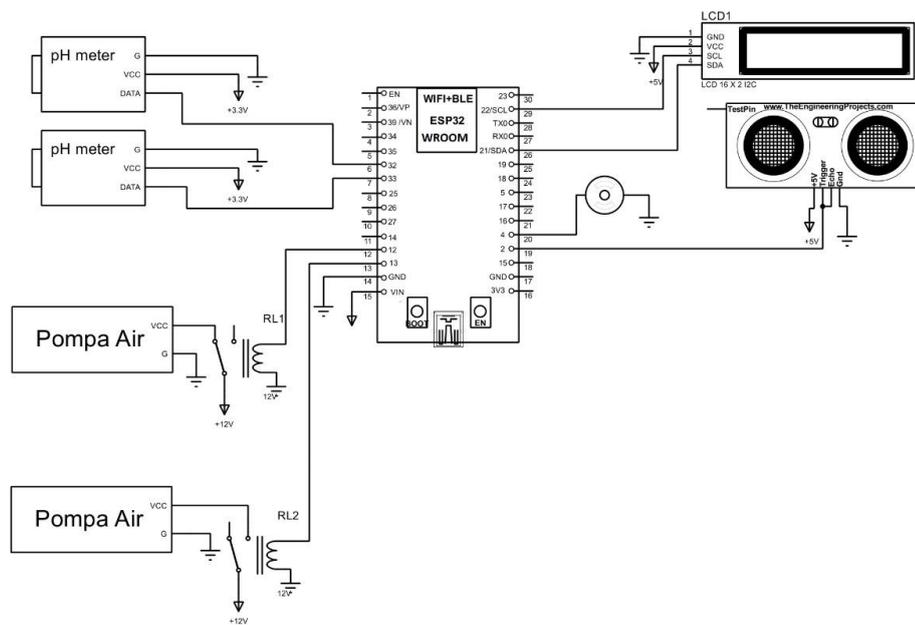
Untuk menampilkan data hasil pengukuran dan sebagai monitor untuk memonitoring beberapa variabel yang diukur menggunakan sensor, mikrokontroler esp32 akan mengirim perintah menampilkan data pada LCD 16x2 melalui komponen I2C dengan menggunakan komunikasi serial. Selain LCD 16x2 sebagai monitor, mikrokontroler juga berperan sebagai *publisher* untuk mengirimkan data pengukuran variabel ke MQTT *Dashboard* yang berperan sebagai *subscriber* melalui MQTT *Broker*.

Pada tabel 3.2 merupakan penjelasan fungsi dari alat yang digunakan pada penelitian ini .

Tabel 3.2 Fungsi perangkat sensor

Nama Alat	Fungsi
NodeMCU esp32	Sebagai Mikrokontroler
Sensor pH Air	mengukur PH air kolam
Sensor Ultrasonik	mengukur ketinggian air kolam
<i>Water Pump</i>	Untuk memberi <i>supply</i> /membuang air kolam
<i>Relay 5v 2 Channel</i>	sebagai <i>switch water pump</i> pengisian dan pembuangan
LCD	Untuk menampilkan data hasil pengukuran
<i>Buzzer</i>	Sebagai indikator suara
<i>Stepdown</i>	Sebagai penurun tegangan dari <i>Power Supply</i>
<i>Power Supply</i>	Sebagai penyedia sumber listrik

Pada gambar 3.5 merupakan rangkaian skematik dari alat monitoring, menggambarkan jalur antara mikrokontrol NodeMCU ESP32 dengan sensor.



Gambar 3.5 Rangkaian skematik alat

Pada tabel 3.3 merupakan penjelasan dari koneksi pin dari NodeMCU ESP32 terhadap sensor

Tabel 3.3 Koneksi pin NodeMCU ESP32 dengan sensor

PIN	Fungsi
GPIO 2	Sebagai pin data sensor Ultrasonik
Vin	Pin yang menerima tegangan dari <i>power supply</i>
GND	Pin polaritas negatif

Pada tabel 3.4 merupakan penjelasan dari koneksi kabel yang terhubung antara NodeMCU ESP32 dengan sensor.

Tabel 3.4 Koneksi kabel yang terhubung

Kabel	Fungsi
Warna Kabel Pada ESP32	
Kabel Kuning	Sebagai penghubung pin GPIO 25 dan <i>Output</i> sensor pH 1
Kabel Hijau	Sebagai penghubung pin GPIO 26 dan <i>Output</i> sensor pH 2
Kabel Abu-abu	Sebagai penghubung pin SCL dan SCL pada I2C LCD 16x2
Kabel Putih	Sebagai penghubung pin SDA dan SDA pada I2C LCD 16x2
Kabel Jingga	Sebagai penghubung pin GPIO 2 dan Ultrasonic

Kabel Biru	Sebagai penghubung pin GPIO 4 dan Buzzer
Kabel Ungu	Sebagai penghubung pin GPIO 13 dan IN 1 Relay
Kabel Pink	Sebagai penghubung pin GPIO 12 dan IN 2 Relay
Kabel Merah	Sebagai penghubung polaritas positif
Kabel Hitam	Sebagai penghubung polaritas negatif

Pada tabel 3.5 merupakan koneksi komponen terhadap mikroprosesor NodeMCU ESP 32.

Tabel 3.5 Koneksi komponen ke NodeMCU ESP32

Dari	Ke
Pin polaritas <i>input</i> positif <i>Stepdown</i>	VCC Power Supply
Pin polaritas <i>input</i> negatif <i>Stepdown</i>	GND Power Supply
Pin GND Sensor	Pin polaritas negatif pada <i>Stedown</i>
Pin VCC Sensor	Pin polaritas positif pada <i>Stepdown</i>
Pin data <i>Trig</i> dan <i>Echo</i> Sensor Ultrasonik	Pin GPIO 2 pada ESP32
Polaritas positif <i>Buzzer</i>	Pin GPIO 4 pada ESP32
Polaritas negatif <i>Buzzer</i>	Pin GND pada ESP32
Pin SDA LCD 16x2	Pin SDA pada ESP32
Pin SCL LCD 16x2	Pin SCL 10 pada ESP32
Pin VCC LCD 16x2	Pin polaritas positif pada <i>Stepdown</i>
Pin GND LCD 16x2	Pin polaritas negatif pada <i>Stedown</i>
Pin polaritas positif <i>Water Pump 1</i>	Pin NO <i>Relay 1</i>
Pin polaritas negatif <i>Water Pump 1</i>	Pin GND pada <i>Power Supply</i>
Pin polaritas positif <i>Water Pump 2</i>	Pin NO <i>Relay 2</i>
Pin polaritas negatif <i>Water Pump 2</i>	Pin GND pada <i>Power Supply</i>
Pin GND <i>Relay</i>	Pin polaritas negatif pada <i>Stedown</i>
Pin VCC <i>Relay</i>	Pin polaritas positif pada <i>Stedown</i>
Pin data <i>Relay</i>	Pin GPIO 12 dan GPIO 13 pada ESP32
Pin data sensor pH 1	Pin GPIO 25 pada ESP32
Pin data sensor pH 2	Pin GPIO 26 pada ESP32

Pada Gambar 3.4 diawali dengan perancangan perangkat membuat skematik rangkaian, selanjutnya mempersiapkan komponen yang telah ditetapkan pada skematik rangkaian. Setelah semua komponen telah tersedia dilanjutkan dengan menghubungkan pin VCC pada masing-masing sensor ke polaritas positif pada *stepdown*, pin GND pada masing masing sensor juga dihubungkan pada polaritas negative *stepdown*. Pin trig sensor ultrasonik dihubungkan pada GPIO 2 , sedangkan pin echo sensor ultrasonik dihubungkan pada GPIO 2. Polaritas positif *buzzer* dihubungkan ke GPIO 4, sedangkan polaritas negative *buzzer* dihubungkan pada GND. Relay *2 channel* memiliki 2 buah pin data yang masing masing dihubungkan pada GPIO 13 dan GPIO 12, masing-masing pin data yang terhubung digunakan untuk mengendalikan *switch* pompa air pengisian dan pompa air pembuangan. Pompa air pengisian dan pembuangan dihubungkan langsung dengan catu daya akan tetapi masing-masing polaritas positifnya diputus dan dihubungkan dengan relay yang berfungsi sebagai saklar.

Pada tabel 3.6 merupakan skema pengujian dari setiap komponen yang digunakan yang kemudian dapat ditampilkan hasil data dari setiap komponen tersebut.

Tabel 3.6 Perancangan Aplikasi

Kategori	Skema Pengujian	Hasil
Aplikasi	Menampilkan data pH air	Menyajikan hasil pengukuran pH air
	Menampilkan data ketinggian air	Menyajikan hasil pengukuran ketinggian air
	Menampilkan status pompa air	Menyajikan hasil status pompa air
	Terhubung pada <i>realtime database</i>	Menghubungkan dengan aplikasi MQTT <i>Dashboard</i>

3.5 Skenario Pengujian Sistem

Pada tabel 3.7 merupakan skenario pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini, *scenario* pengujian perangkat adalah pengujian fungsionalitas perangkat dan pengujian perangkat secara keseluruhan.

Tabel 3.7 Parameter Pengujian Perangkat

No.	Skema Pengujian	Hasil
1	Pengujian 2 buah sensor pH air	Sensor pH air untuk mengukur kadar pH air kolam. Dari hasil nilai kedua pH kemudian akan dihitung menggunakan metode SAW untuk menentukan keputusan dilakukannya sirkulasi pada air kolam ikan lele sangkuriang agar nilai pH sesuai dengan ketentuan yang diharapkan.
2	Pengujian sensor Ultrasonik	Sensor Ultrasonik untuk mengukur ketinggian air kolam
3	Pengujian <i>Water pump</i> 1	<i>Water Pump</i> 1 untuk pengisian air baru
4	Pengujian <i>Water Pump</i> 2	<i>Waterpump</i> 2 untuk pembuangan air kotor
5	Terhubung pada MQTT <i>Dashboard realtime database</i>	Mikrokontroler NodeMCU ESP32 terhubung dengan MQTT <i>dashboard</i> untuk menyajikan informasi dari nilai parameter yang telah ditentukan sekaligus untuk memonitoring keadaan kolam benih ikan lele sangkuriang.
6	Pengujian QoS	Bertujuan untuk melakukan pengambilan hasil data dengan aplikasi <i>Wireshark</i> untuk mengetahui <i>Delay</i> , <i>Throughput</i> , <i>Packet Loss</i> pada saat pengiriman data.

3.5.1 Pengujian Perangkat

Pada pengujian perangkat mengukur pH dengan sensor pH air, mengukur ketinggian air dengan sensor ultrasonik dan *buzzer* digunakan sebagai indikator ketika kadar pH dan ketinggian air tidak sesuai dengan kriteria yang sudah ditentukan. Pengujian terhadap fungsi dari *water pump* pengisian dan *water pump* pembuangan yang mengatur pengisian dan pembuangan air yang berguna untuk mensirkulasi air kolam. Semua hasil pengukuran dan status pada setiap aktuator

akan di *monitoring* yang akan langsung ditampilkan pada *realtime database MQTT dashboard*. Pada percobaan ini akan diawali dengan skenario 1 mengukur tingkat keakuratan kedua sensor pH air untuk mengukur kadar pH air kolam, dengan membandingkan dengan kadar air yang sudah diketahui kadar pH pada air tersebut dengan pH meter *digital*. Kemudian menghitung hasil pengukuran kedua kadar pH air kolam dengan menggunakan metode SAW untuk menentukan keputusan sirkulasi pada air kolam berdasarkan nilai yang telah didapat. Skenario 2 dilakukan pengukuran tinggi air kolam dengan sensor ultrasonik, dengan membandingkan dengan alat pengukur panjang konvensional. Skenario 3 dilakukan proses sirkulasi terhadap kolam dengan mengisi dan menguras pada kolam menggunakan *water pump* pengisian dan pembuangan. Skenario 4 melakukan monitoring terhadap nilai parameter di kolam benih ikan lele sangkuraing dengan MQTT Dashboard pada *smartphone*. Dan skenario ke 5 pengujian QoS (*Delay, Throughput dan Packetloss*) Data yang dikirim dari *publisher* dikirim ke *subscriber* melalui *broker* yang kemudian data yang melintas di *record* dan di *filter* menggunakan *software* wireshark sehingga hasil yang didapat dapat dihitung dan dianalisis mengenai kualitas jaringan yang berkategori baik atau tidak. Sehingga dapat diketahui lama nya waktu yang diperlukan untuk pengiriman dan ada atau tidaknya paket yang hilang pada saat pengiriman hingga sampai ke end user.

3.5.2 Pengukuran *Quality of Services (QoS)*

Pada proses pengukuran QoS dilakukan ketika perangkat sudah dirancang dan sistem sudah sesuai. Parameter QoS yang diukur yaitu *Delay, Throughput*, dan *Paket Loss*, menggunakan aplikasi *wireshark*. Apabila pengeukuran telah selesai maka akan didapatkan hasil dari pengukuran yang dilakukan.

Pada tabel 3.8 merupakan pengujian QOS dari setiap parameter yang digunakan diantaranya *delay, throughput* dan *packet loss*.

Tabel 3.8 Parameter Pengujian *Quality of Service*

No	Kategori	Skema pengujian	Hasil
1	<i>Delay</i>	Meliputi perangkat monitoring dan laptop	<i>Delay</i> merupakan pengukuran lamanya waktu yang di butuhkan pengiriman data dari pengirim ke penerima.

2	<i>Througput</i>	Meliputi perangkat monitoring dan laptop	<i>Througput</i> merupakan kecepatan paket yang dikirim dalam <i>bit per second</i> tidak ada penumpukan di jalur paket.
3	<i>Packet Loss</i>	Meliputi perangkat monitoring dan laptop	<i>Packet Loss</i> hilang atau tidaknya paket pada saat pengiriman dalam <i>traffic</i> .