

Skripsi

***PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS ALIRAN AIR AKUAPONIK
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)***

SEPTIA ULUM PAJRI

H021191044



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS ALIRAN AIR AKUAPONIK
BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS ALIRAN AIR AKUAPONIK
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

Disusun dan diajukan oleh:

SEPTIA ULUM PAJRI

H021191044

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada 22 November 2023

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002

Pembimbing Pertama

Ida Laila, S.Si, M.Si
NIP. 7317054201980001

Ketua Program Studi,

Prof. Dr. Arifin, M.T
NIP. 19670520 199403 1 002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Septia Ulum Pajri
NIM : H021191044
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS ALIRAN AIR AKUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambil alihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya berhak menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 21 November 2023

Yang Menyatakan


Septia
Ulum Pajri
H021191044

ABSTRAK

Akuaponik merupakan metode yang menggabungkan budidaya hidroponik dengan akuakultur. Sistem akuaponik mampu membuat pertumbuhan tanaman lebih cepat dalam ruang yang lebih kecil dengan media air. Namun, untuk memantau siklus, kekeruhan, dan ketinggian air umumnya masih dilakukan secara manual dan tidak kontinu. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem akuaponik dengan konsep Internet of Things (IoT) agar dapat dipantau secara kontinu dan dalam jangka waktu yang lebih lama. Sistem ini dirancang menggunakan sensor kekeruhan TS-300B, sensor jarak HCSR-04, sensor kelembaban media tanam YL-69, dan sensor debit air YF-S201 yang semuanya terhubung ke ESP32 dengan aktuator pompa air. Hasil kalibrasi masing-masing sensor adalah sebagai berikut: sensor TS-300B memiliki error sebesar 2,69% dengan akurasi 97,31%, sensor HCSR-04 memiliki akurasi 100%, sensor YL-69 memiliki error sebesar 0,81% dengan akurasi 99,19%, dan sensor YF-S201 memiliki error sebesar 1,17% dengan akurasi 98,83%. Hasil pengujian alat menunjukkan bahwa kondisi air dapat diukur dengan baik, dan data hasil pengukuran dapat diakses melalui aplikasi *telegram*.

Kata Kunci: *Akuaponik, sensor, telegram, pompa DC*

ABSTRACT

Aquaponics is a method that combines hydroponics with aquaculture. The aquaponics system can promote faster plant growth in a smaller space using a water medium. However, monitoring cycles, turbidity, and water level are typically done manually and not continuously. Therefore, the development of an aquaponics system with the concept of the Internet of Things (IoT) is necessary for continuous and long-term monitoring. This system is designed using the TS-300B turbidity sensor, HCSR-04 distance sensor, YL-69 soil moisture sensor, and YF-S201 water flow sensor, all connected to an ESP32 with a water pump actuator. The calibration results for each sensor are as follows: the TS-300B sensor has an error of 2.69% with an accuracy of 97.31%, the HCSR-04 sensor has 100% accuracy, the YL-69 sensor has an error of 0.81% with an accuracy of 99.19%, and the YF-S201 sensor has an error of 1.17% with an accuracy of 98.83%. The testing results indicate that water conditions can be measured effectively, and the measurement data can be accessed through a Telegram application.

Keywords: *Aquaponics, sensor, Telegram, DC pump*

KATA PENGANTAR

Bismillah-rahmānir-rahīm

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah *Subhanahu Wa ta'ala* yang Maha Pemberi Petunjuk, Maha Mengetahui dan Maha Kuasa atas segala hal. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi dan Rasul, yaitu Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wasallam*, serta kepada keluarga dan sahabat-sahabat yang selalu penuh kasih kepada Rasulullah.

Perjalanan yang telah penulis lalui mencakup rangkaian proses studi literatur, penelitian, hingga penyelesaian penulisan skripsi. Semua kemudahan yang diperoleh adalah berkat pertolongan Allah *Subhanahu Wa ta'ala* dan do'a dari individu yang tulus dan mencintai penulis. Dengan dukungan ini, penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PROTOTYPE SISTEM OTOMATIS ALIRAN AIR AKUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)”** yang menjadi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini, penulis menghadapi berbagai rintangan. Namun, berkat do'a, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, Alhamdulillah penulis dapat mengatasi hal tersebut. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang Allah takdirkan untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Dengan kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. **Mama dan Bapak.** Dua motivator yang sangat berarti bagi penulis. Ibu **Nursaidah, S.Pdi** dan Bapak **Agus Arif**, terima kasih atas segala do'a yang tak henti dipanjatkan untuk putri sulungnya. *Ridhollah fii ridhol walidain wa sukhtullah fi sukhtil walidain*. Terima kasih sudah mengajarkan arti seorang putri sulung kepada penulis. Terima kasih untuk segala tetes keringat agar penulis bisa selesai dalam menempuh pendidikan sejauh ini. Tolong tetap hidup sampai penulis menjadi manusia seutuhnya versi penulis.

2. **Septia Ulum Pajri.** Nama indah seorang putri sulung yang selalu dipaksa kuat oleh keadaan. Terima kasih untuk diri sendiri yang selalu mengerti kapan harus berhenti sejenak dan berjuang kembali. Terima kasih untuk jiwa yang selalu berusaha berpikir positif tentang hidup hingga sampai dititik ini.
3. **Syarifah Ulum Sari, Syafika Ulum Syifwa, Silfa Ulum Raisa, dan Shakil Ulum Shafwan.** Empat nama yang tak jauh beda dari nama penulis dan sama indahnya dengan nama penulis. Terima kasih sudah menjadi pengisi rumah yang membuat penulis selalu berat meninggalkan rumah. Terima kasih selalu menjadi penenang di saat penulis mulai ingin menyerah. Terima kasih sudah menjadi adik yang selalu sayang kepada penulis.
4. **Prof. Dr. Afirin, M.T.,** selaku dosen pembimbing utama dan Ibu **Ida Laila, S.Si, M.Si,** selaku pembimbing pertama. Terima kasih untuk segala ilmu yang telah di berikan kepada penulis. Terima kasih atas waktu yang banyak diluangkan untuk penulis dalam penyelesaian skripsi. Terima kasih untuk segala sabar dan ikhlas dalam membimbing penulis.
5. **Prof. Dr. Bualkar Abdullah, M.Eng, Sc.** dan Bapak **Heryanto, S.Si, M.Si,** selaku dosen penguji. Terima kasih atas ilmu dan waktu yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih untuk kritik dan saran, sehingga penyelesaian skripsi ini berjalan dengan baik.
6. **Bapak/Ibu Dosen pengajar** Departemen Fisika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. Terima kasih atas segala ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama proses perkuliahan.
7. **Bapak/Ibu Staff Pegawai** Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin. **Staf Departemen Fisika: Pak Syukur, Kak Rana, dan Ibu Evi.** Terima kasih sudah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi terutama urusan persuratan. Terima kasih untuk senyuman yang membuat penulis semangat dalam menghadapi rintangan di dunia perkuliahan.
8. **Sepupu.** Manusia *random* yang selalu menciptakan tawa. **Kakak Nunu, Fajar, dan Nunu.** Terima kasih sudah menjadi orang baik untuk penulis. Terima kasih atas segala bentuk *support* yang sangat berarti bagi penulis. Ponakan **Al Zaidan** yang menjadi salah satu *moodboster* untuk penulis.

Kakak Rusdi (Suami kakak Nunu) yang telah memberikan segala jenis bantuan kepada penulis.

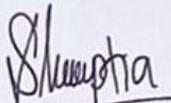
9. **Keluarga (Nenek, Kakek, Opah, Om, Tante, Kakak, Adik)**, yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih untuk segala jenis bantuan dan semangat yang telah diberikan kepada penulis.
10. **Azra Azwar**. Manusia yang selalu membersamai penulis. Terima kasih sudah menjadi salah satu manusia baik bagi penulis. Terima kasih atas tenaga dan pikiran dalam penyelesaian skripsi penulis dari awal hingga selesai. Terima kasih sudah menjadi *support system* yang baik dan menjadi pendengar untuk segala situasi. Maaf untuk amarah yang penulis tumpahkan kepada saudara saat menghadapi banyak masalah. Terima kasih untuk tetap ada.
11. **Sahabat Deiteuleul**. Empat manusia yang selalu memberikan semangat kepada penulis. **Nabila, Sire', Nurul, dan Uni**. Terima kasih sudah menjadi keluarga yang baik. Terima kasih untuk kita yang bertahan sejauh ini. Terima kasih untuk ukiran cerita indah bersama penulis sampai titik ini.
12. **Elins 2019 (Nabila, Eni, Salsa, Suci, Jasmin, Widya, Hasniah, Tiche, Hartini, Mahar, Ikram)**. Terima kasih sudah menjadi teman *sharing* yang baik selama pengerjaan skripsi. Terima kasih untuk segala bantuan dan saran dalam penyelesaian skripsi penulis.
13. **Himafi 2019**, yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih telah mengajarkan penulis arti kebersamaan. Terima kasih sudah menjadi manusia baik untuk penulis. Terima kasih untuk ukiran cerita himafi 2019.
14. **Fisika 2019**, yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih sudah menjadi teman belajar yang baik selama perkuliahan. Terima kasih telah ada dan membentuk fisika 2019.
15. **Sobat (Alwan dan Armin)**. Dua manusia yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi penulis. Terima kasih atas ilmu, tenaga, dan waktu luang untuk penyelesaian skripsi penulis. Terima kasih untuk selalu sabar dalam menghadapi penulis yang terkesan banyak mau.

16. **Keluarga Unit PERCA UH**, yang tidak dapat penulis tuliskan namanya satu persatu. Terima kasih sudah memberikan warna di kehidupan penulis selama perkuliahan. Terima kasih untuk *support* agar penulis bisa menyelesaikan skripsi dalam waktu yang sesingkat-singkatnya.

Penulis memohon maaf apabila dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Wassalamualaikum warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 12 November 2023


Septia Uhm Pajri

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	I
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	2
I.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Akuaponik.....	4
II.2 <i>Internet of Things</i>	4
II.3 Sensor.....	6
II.3.1 Sensor Kekeruhan Air Tipe TS-300B.....	6
II.3.2 Sensor Ketinggian Air Tipe Ultrasonik HCSR-04.....	7
II.3.3 Sensor Debit Air Tipe YF-S201.....	8
II.3.4 Sensor Kelembapan Media Tanam Tipe YL-69.....	10
II.4 NodeMCU ESP32.....	10
II.5 Modul <i>Relay</i>	11
II.6 Pompa Air <i>Submersible</i> Mini.....	12
II.7 <i>Telegram</i>	13
II.8 Arduino IDE.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
III.2 Peralatan Penelitian.....	15

III.3 Prosedur Penelitian.....	16
III.3.1 Perancangan Sistem.....	17
III.3.2 Implementasi Sistem.....	20
III.3.3 Pengujian Sistem.....	21
III.4 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
IV.1 Hasil Perancangan Alat.....	23
IV.2 Hasil Perancangan Perangkat Lunak.....	24
IV.3 Kalibrasi Sensor.....	26
IV.3.1 Kalibrasi Sensor Kekeruhan Air Tipe TS 300B	26
IV.3.2 Kalibrasi Sensor Ketinggian Air Tipe Ultrasonik HCSR-04.....	28
IV.3.3 Kalibrasi Sensor Debit Air Tipe YF-S201.....	30
IV.3.4 Kalibrasi Sensor Kelembapan Media Tanam Tipe YL-69.....	31
IV.4 Hasil Pengujian Sistem.....	33
BAB V PENUTUP.....	42
V.1 Kesimpulan.....	42
V.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem akuaponik.....	4
Gambar 2.2 Sensor TS-300B.....	5
Gambar 2.3 Sensor ultrasonik HCSR-04.....	7
Gambar 2.4 Sensor YF-S201.....	8
Gambar 2.5 Sensor YL-69.....	9
Gambar 2.6 NodeMCU ESP8266.....	10
Gambar 2.7 Modul <i>relay</i>	11
Gambar 2.8 Pompa air.....	12
Gambar 2.9 Logo <i>telegram</i>	13
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	17
Gambar 3.2 Diagram blok sistem.....	18
Gambar 3.3 Rangkaian perangkat keras.....	19
Gambar 3.4 Bagan perancangan perangkat lunak.....	19
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> sistem kerja alat.....	22
Gambar 4.1 Hasil perancangan perangkat keras (a) tampilan dalam, (b) tampilan luar	23
Gambar 4.2 Sistem akuaponik.....	23
Gambar 4.3 Pembuatan bot <i>telegram</i> (a) BotFather, (b) IDBot, (c) Program Arduino IDE, (d) Akuaponiks_bot.....	25
Gambar 4.4 Turbidimeter.....	26
Gambar 4.5 Hubungan nilai ADC sensor dengan alat pembanding turbidimeter.....	27
Gambar 4.6 Perbandingan keluaran sensor ultrasonik HCSR-04 dengan alat pembanding penggaris.....	29
Gambar 4.7 Perbandingan keluaran sensor <i>flow meter</i> YF-S201 dengan alat pembanding <i>water meter</i>	30
Gambar 4.8 Hubungan nilai ADC sensor dengan alat pembanding <i>soil tester</i>	31
Gambar 4.9 Grafik data kekeruhan air.....	33
Gambra 4.10 Grafik data ketinggian air.....	34
Gambar 4.11 Grafik data kelembaban media tanam.....	35

Gambar 4.12 Grafik data debit air.....	36
Gambar 4.13 Aktivitas kerja pompa 1.....	37
Gambar 4.14 Aktivitas kerja pompa 2.....	38
Gambar 4.15 Aktivitas kerja pompa 3.....	39
Gambar 4.16 Tampilan pada aplikasi <i>telegram</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data kalibrasi sensor kekeruhan air.....	28
Tabel 4.2 Data kalibrasi sensor kelembapan media tanam.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar sistem akuaponik.....	47
Lampiran 2. Tabel data pengujian sensor ketinggian air HCSR-04.....	48
Lampiran 3. Tabel data pengujian sensor debit air YF-S201.....	49
Lampiran 4. Tabel pengambilan data sistem akuaponik.....	50
Lampiran 5. Tabel data uji pompa 1.....	56
Lampiran 6. Tabel data uji pompa 2.....	57
Lampiran 7. Tabel data uji pompa 3.....	59
Lampiran 8. Gambar pengambilan data.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini telah menghadapi bonus demografi, di mana jumlah penduduk usia produktif yang relatif besar memberikan peluang untuk menggerakkan ekonomi dan meningkatkan kualitas hidup. Namun, dampak dari bonus demografi ini adalah meningkatnya urbanisasi dan perkembangan industri, yang menyebabkan banyak lahan pertanian di negara ini beralih fungsi menjadi lahan tempat tinggal dan kawasan industri [1]. Perubahan fungsi lahan berdampak pada sektor pertanian yakni berkurangnya luas lahan yang tersedia untuk budidaya tanaman dan hewan yang berakibat pada penurunan produksi pangan dan mengganggu ketahanan pangan negara [2]. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut yakni dengan mengadopsi metode budidaya akuaponik. Akuaponik merupakan solusi inovatif yang menggabungkan budidaya hidroponik dengan akuakultur [3].

Sistem akuaponik memiliki banyak keuntungannya yaitu, proses tumbuh lebih cepat, tidak memerlukan tanah, tidak dipengaruhi oleh perubahan musim, membutuhkan ruang yang relatif sedikit, tidak memerlukan herbisida dan pestisida, serta terlindungi dari penyakit [6]. Namun, ada banyak permasalahan yang sering dijumpai antara lain, pemantauan masih dilakukan secara manual, misalnya pemantauan siklus air dari kolam ikan ke tumbuhan dan sebaliknya, menjaga suhu, kekeruhan dan ketinggian air kolam. Keterbatasan petani yang tidak dapat memantau secara kontinu dan dalam jangka waktu yang lama memerlukan perkembangan sistem akuaponik dengan konsep *Internet of Things* (IoT) [7,8].

IoT merupakan sistem yang memiliki kemampuan mengirimkan data melalui jaringan dengan menjalin koneksi antara mesin, peralatan, dan objek fisik lainnya menggunakan sensor dan aktuator, sehingga dapat berinteraksi secara mandiri berdasarkan data yang diperoleh dan diolah [8]. Kemunculan IoT telah merambah hingga ke proses pertanian, termasuk dalam bidang akuaponik [6].

Terdapat beberapa penelitian mengenai sistem *monitoring* tanaman akuaponik yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian Flordeliza dkk. (2018) membuat sistem akuaponik otomatis dengan akses kontrol tingkat pH dan suhu melalui IoT berbasis *website* [7]. Kemudian, Haryanto dkk. (2019) merancang sistem akuaponik cerdas yang dapat memantau dan mengontrol tingkat keasaman, ketinggian air, suhu air, dan pakan ikan melalui aplikasi mobile [9], dan penelitian Khaoula dkk. (2021) mengusulkan kontribusi baru yang dapat mengontrol dan memantau kualitas air (ketinggian dan suhu air) melalui IoT berbasis *website* [6]. Terdapat beberapa kelemahan dari penelitian sebelumnya, antara lain ketidakmampuan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air yang memengaruhi perkembangan ikan dan tingkat kelembapan media tanam yang memengaruhi pertumbuhan tanaman.

Penelitian ini akan dilakukan pengukuran kekeruhan air menggunakan sensor TS-300B, ketinggian air dengan sensor ultrasonik HC-SR04, kelembapan media tanam dengan sensor YL-69, dan kontrol siklus air menggunakan sensor YF-S201 dengan aktuator pompa air. Hasil pengukuran dari keempat sensor tersebut akan di kontrol oleh NodeMCU ESP32, kemudian data dapat diakses melalui *telegram*. Kebaruan penelitian ini dari sebelumnya adalah terdapat sensor kekeruhan air untuk mengukur tingkat kekeruhan air hasil metabolisme ikan dan sensor kelembapan media tanam yaitu *rockwool*, serta penelitian ini juga memiliki tiga aktuator pompa dengan tegangan yang berbeda-beda.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT?
2. Bagaimana mengkalibrasi dan menguji sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT?
3. Bagaimana menganalisis hasil kalibrasi dan pengujian sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT?

I.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Merancang sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT.
2. Mengkalibrasi dan menguji sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT.
3. Menganalisis hasil kalibrasi dan pengujian sistem otomatis aliran air akuaponik berbasis IoT.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

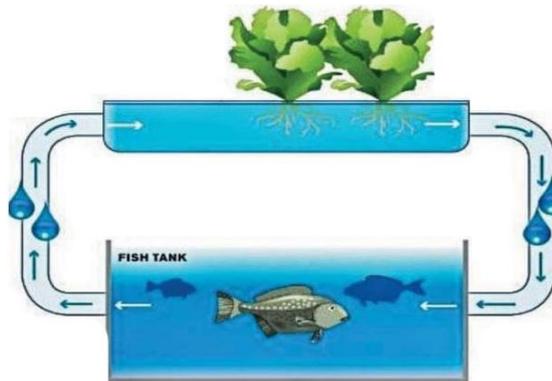
Penelitian ini dibatasi pada pengujian sensor HC-SR04 (pengukuran tinggi air), sensor kekeruhan air (mengukur keruh air), sensor kelembapan tanah (mengukur lembap media tanam) dan sensor aliran air (mengukur debit air), perancangan dan pembuatan perangkat keras serta perangkat lunak dengan menggunakan aplikasi *telegram*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Akuaponik

Akuaponik adalah metode pangan yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman) [6]. Pengelolaan air dalam akuaponik memanfaatkan sistem akuakultur guna memaksimalkan perkembangan ikan dan pertumbuhan tanaman. Metode bercocok tanam tanpa tanah dengan memanfaatkan air sebagai sumber nutrisi dan media pertumbuhannya disebut hidroponik. Ikan sebagai penghasil pupuk alami bagi tanaman yang terbuat dari hasil metabolisme ikan dan tanaman sebagai biofilter racun bagi perairan ikan [5]. Sistem akuaponik dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sistem akuaponik [7]

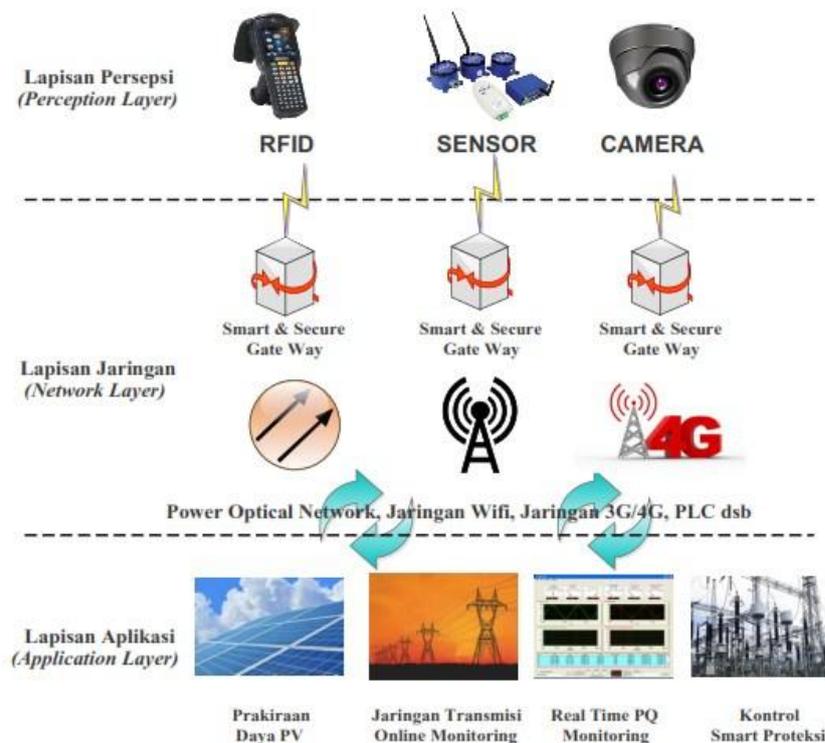
Akuaponik memiliki beberapa keuntungan yang bermanfaat bagi kolam dan ikan. Salah satunya adalah menjaga kebersihan air kolam agar tetap terjaga dengan baik sehingga tidak mengandung zat berbahaya bagi ikan. Selain itu, air dalam sistem akuaponik dikatakan memiliki kualitas yang baik ketika tampak jernih dan memiliki sedikit partikel penyebab kekeruhan pada air kolam [4].

II.2 *Internet of Things*

Menurut *McKinsey Global Institute*, IoT adalah sebuah teknologi yang dapat menghubungkan mesin, peralatan, dan objek lain dengan sensor dan aktuator jaringan yang berfungsi memperoleh dan mengelola data kinerjanya sendiri, sehingga mesin berkolaborasi secara mandiri. Penjelasan tersebut

menegaskan bahwa IoT dapat menjalin koneksi antar mesin, berinteraksi, bekerja, bahkan memperoleh dan mengolah data secara mandiri [8].

IoT merupakan sebuah struktur yang memiliki identitas kepemilikan dan kemampuan untuk memindahkan data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi dua arah, seperti interaksi manusia-komputer [13]. IoT adalah revolusi baru dari internet dengan konstruksi yang menggabungkan proses informasi dan energi untuk mengontrol suatu objek. Objek yang terdeteksi akan dapat dikenali dan diperoleh dengan mengaktifkan koneksi komunikasi informasi yang terkait dengan objek. IoT dapat menjadi komponen kompleks yang dapat mengakses informasi yang telah dikumpulkan [7]. IoT dapat dikelompokkan ke dalam beberapa lapisan arsitektur yang saling terkait. Lapisan tersebut terdiri atas lapisan persepsi, lapisan jaringan, dan lapisan aplikasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur IoT [31]

Lapisan pertama adalah lapisan persepsi, yang bertugas mengumpulkan informasi dari lingkungan fisik. Setelah data dikumpulkan, informasi tersebut akan digunakan pada lapisan aplikasi. Lapisan persepsi berfungsi untuk mengubah

data dari lingkungan fisik menjadi sinyal yang akan dikirim melalui lapisan jaringan sehingga dapat diakses dan digunakan oleh lapisan aplikasi. Dengan adanya lapisan persepsi dan lapisan aplikasi, IoT memungkinkan berbagai informasi dari perangkat fisik dapat diakses dan dimanfaatkan secara lebih efisien untuk berbagai keperluan, meningkatkan keterhubungan antara dunia fisik dan dunia digital [9].

Internet sekarang tidak hanya sebatas jaringan komputer, namun telah berkembang menjadi jaringan perangkat dari semua jenis dan ukuran kendaraan, ponsel pintar, peralatan rumah tangga, mainan, kamera, instrumen medis dan sistem industri, hewan, manusia, bangunan, semua terhubung, semua berkomunikasi & berbagi informasi berdasarkan protokol yang ditetapkan untuk mencapai reorganisasi cerdas, penentuan posisi, penelusuran, aman dan terkontrol, bahkan pemantauan online secara *real time*, peningkatan online, kontrol proses & administrasi [4]. Kemunculan teknologi ini sudah mencapai proses pertanian akuaponik yang memungkinkan petani untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan tumbuhan atau ikan. Data yang dikumpulkan dari berbagai sensor tersebut dapat diakses melalui jaringan internet, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat berdasarkan informasi yang terkini [6].

II.3 Sensor

Sensor adalah perangkat yang berfungsi untuk mengkonversi efek fisika atau kimia menjadi sinyal listrik. Sensor bekerja dengan cara mendeteksi perubahan dalam variabel fisika atau kimia tertentu dan kemudian mengubahnya menjadi sinyal listrik yang dapat diukur dan diolah. Proses dilakukan untuk mentransformasi variabel fisika atau kimia dengan satuan yang berbeda sebelum menghasilkan sinyal listrik yang sesuai [30].

II.3.1 Sensor Kekeruhan Air Tipe TS-300B

Sensor kekeruhan air (*turbidity*) pada umumnya digunakan untuk mendeteksi kualitas air dalam hal ini tingkat kekeruhan air. Sensor kekeruhan air sering digunakan untuk mengukur kualitas air limbah, kualitas air sungai, serta sebagai sistem kendali kolam yang pengukurannya dilakukan di laboratorium [15].

Sensor kekeruhan air pada penelitian ini digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air kolam. Kekeruhan air kolam akan mengakibatkan terhambatnya perkembangan ikan. Tingkat kekeruhan air yang dideteksi dalam jumlah yang cukup banyak akan mengaktifkan pompa air secara otomatis yang kemudian akan dialirkan ke tanaman [18,19]. Tampilan fisik sensor TS-300B dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor kekeruhan TS-300B [16]

Sensor kekeruhan air adalah sensor yang dapat digunakan untuk mengukur kekeruhan air dalam rentang 0 hingga 1000 NTU. Sensor ini beroperasi pada tegangan 5V [26]. Prinsip kerja sensor TS-300B yaitu ketika terdapat partikel-partikel dalam air maka kekeruhan akan terdeteksi. Cara mendeteksi tingkat kekeruhan air dengan melewati air diantara detektor dan sumber cahaya. Detektor pada sensor sangat peka terhadap perubahan intensitas cahaya. Cahaya yang ditembakkan akan mengenai air, saat terdapat banyak partikel dalam air maka sebagian cahaya akan diteruskan dan sebagian lagi dihamburkan. Intensitas cahaya yang diterima oleh detektor adalah intensitas cahaya yang dihamburkan oleh partikel dalam air dalam kata lain *Total Suspended Solids (TSS)* yang kemudian terkonversi menjadi sinyal tegangan yang sebanding dengan tingkat kekeruhan air sebagai keluaran sensor ini [17].

II.3.2 Sensor Ketinggian Air Tipe Ultrasonik HCSR-04

Sensor ultrasonik HCSR-04 merupakan sensor jarak yang digunakan pada penelitian ini untuk mengukur tinggi permukaan air. Sensor ultrasonik ini bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara. Sensor ini pada umumnya digunakan untuk mendeteksi keberadaan dan jarak suatu objek di atas gelombang

suara 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit utama: unit pemancar dan unit penerima. Unit pemancar bertanggung jawab untuk menghasilkan gelombang ultrasonik, sementara unit penerima berfungsi untuk menerima gelombang ultrasonik yang dipantulkan kembali setelah mencapai objek target. Gelombang pantulan ini akan menyebabkan kristal piezoelektrik di unit penerima bergetar kembali. Getaran ini akan diubah menjadi sinyal listrik oleh kristal piezoelektrik, yang kemudian dapat diolah untuk mendapatkan informasi tentang objek target, seperti jarak, ukuran, atau keberadaan objek tersebut [10, 15]. Tampilan fisik sensor HCSR-04 dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Sensor ultrasonik HCSR-04 [15]

Sensor ultrasonik HCSR-04 mempunyai tingkat akurasi pengukuran 3 mm dengan kemampuan mengukur jarak dari 2 cm hingga 4 m dengan tegangan 5V. Modul sensor ini dilengkapi dengan *transmitter*, *receiver*, dan *control circuit* [7]. Sensor ini memiliki I/O *trigger* untuk sinyal *high* sedikitnya 10 μ s, kemudian mengirimkan 8 kali 40KHz yang akan dideteksi ada atau tidaknya sinyal balik. Apabila terdeteksi adanya sinyal balik, maka lama waktu dari *output high* akan dihitung mulai dari waktu pengiriman sinyal dan penerimaan kembali sensor ini [16].

II.3.3 Sensor Debit Air Tipe *Flow Meter* YF-S201

Sensor debit air merupakan alat yang digunakan untuk memperlihatkan keberadaan aliran dalam jalur tertentu. Sensor ini terbagi menjadi dua bagian utama, yaitu *flow meter* sensor aliran dan *flow meter* pemancar aliran. Beberapa komponen aliran pada sensor debit air tergantung pada jenis *flow meter* itu sendiri, namun biasanya terdiri dari kapasitas maksimum, *flow meter*, tipe koneksi, catu daya, material pipa dan spesifikasi cairan [20]. Prinsip kerja sensor ini yaitu, saat

air mengalir dan melewati sensor debit air, bagian kipas dalam sensor akan berputar sesuai dengan kecepatan air tersebut mengalir [21]. Fungsi lain dari sensor debit air pada bagian pemancar aliran yaitu sinyal yang diperoleh akan diterjemahkan ke penghitung debit dan sejenisnya, dengan *output* berupa angka. Selain itu, pemancar aliran ini juga dapat memberikan keluaran yang dapat disambungkan ke kontrol lainnya [20]. Tampilan fisik sensor YF-S201 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Sensor YF-S201 [26]

Kecepatan aliran atau volume debit air merujuk pada jumlah volume air yang bergerak melalui suatu penampang tertentu dalam jangka waktu tertentu. Biasanya, kecepatan aliran air diukur dalam satuan liter per menit (L/menit) atau meter kubik per jam (m^3/jam). Secara matematis, debit air dapat diwakili dalam bentuk persamaan (2.1) [26].

$$Q = \frac{V}{\Delta T} \quad (2.1)$$

di mana:

Q = Debit air (m^3/s)

V = Volume air (m^3)

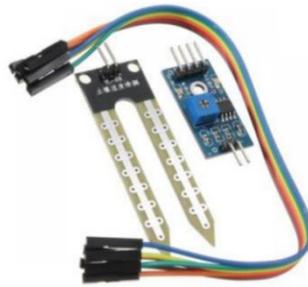
ΔT = Selang waktu (s)

Sensor aliran air YF-S201 adalah sensor yang digunakan untuk mengukur debit air dalam rentang 1 hingga 30 liter per menit. Sensor ini beroperasi dengan tekanan air yang kurang dari 1,75 MPa dan menggunakan tegangan kerja sebesar 5V. Sensor ini memiliki diameter saluran air sebesar 0,5 inci, yang menentukan ukuran pipa atau saluran air yang cocok digunakan dengan sensor ini. Sensor YF-

S201 terdiri dari beberapa komponen, termasuk kerangka yang terbuat dari plastik, rotor dengan baling-baling, dan sensor efek hall [26].

II.3.4 Sensor Kelembapan Media Tanam Tipe YL-69

Sensor kelembapan media tanam merupakan alat yang digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan tanah atau media tanam lainnya. Sensor kelembapan media tanam dapat menghasilkan keluaran berdasarkan perubahan kapasitansi. Sensor ini banyak digunakan pada sistem pertanian, perkebunan, dan bidang lainnya. Tidak hanya mengukur kelembapan tanah, sensor ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi suhu tanah [6,22]. Penelitian ini memanfaatkan sensor kelembapan media tanam untuk mendeteksi kelembapan pada media tanam *rockwool*. Tampilan fisik sensor YL-69 dapat dilihat pada Gambar 2.6.



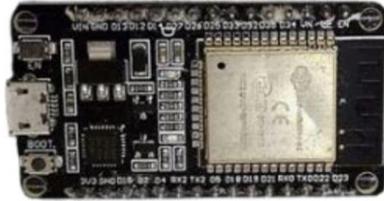
Gambar 2.6 Sensor YL-69 [27]

Berbeda dengan beberapa sensor sebelumnya, sensor ini dapat beroperasi hanya dengan tegangan 3,3V. Sensor YL-69 menjalankan perannya sebagai sensor resistif untuk prinsip kerjanya. Sensor ini memiliki dua elektroda (probe) yang akan membaca kadar air disekitarnya, dengan arus melewati satu elektroda ke elektroda lainnya. Arus yang melewati elektroda di dalam tanah akan mengukur nilai resistensi tanah sebagai nilai kelembapan. Apabila terdeteksi kadar air yang lebih banyak, keluaran sensor akan berkurang dan arus akan mudah melewati elektroda sensor [23].

II.4 NodeMCU ESP32

NodeMCU ESP32, sebagai generasi terbaru ESP8266, memiliki fitur dan keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan generasi sebelumnya. ESP32 dilengkapi dengan 36 pin GPIO, yang merupakan peningkatan dari ESP8266 yang

hanya memiliki 17 pin GPIO. Selain itu, ESP32 juga memiliki resolusi ADC sebesar 12 bit, sementara ESP8266 hanya memiliki resolusi ADC 10 bit [13]. Tampilan fisik mikrokontroler NodeMCU ESP32 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 NodeMCU ESP32 [13]

Dalam konteks sistem NodeMCU, perangkat ini berperan dalam pengolahan data yang berasal dari berbagai sensor, seperti sensor ultrasonik, sensor kekeruhan air, sensor debit air, dan sensor kelembapan tanah. Selain itu, NodeMCU ESP32 juga mampu memberikan perintah aksi, seperti menghubungkan atau memutuskan arus pada relay. Hal ini memungkinkan pengendalian perangkat seperti kipas, pemanas (heater), dan pompa air agar dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya.

II.5 Modul *Relay*

Menurut Jaelani Iskandar, St, and Eng dalam penelitian Noviansyah dan Saiyar (2019), "Modul *relay* merupakan suatu piranti yang menggunakan elektromagnetik untuk mengoperasikan seperangkat kontak sakelar". Susunan sederhana modul *relay* terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Bila kumparan diberi energi, medan magnet yang terbentuk menarik amatur berporos yang digunakan sebagai pengungkit mekanisme sakelar" [28]. Jadi, module *relay* adalah perangkat yang menggunakan prinsip elektromagnetik untuk mengontrol atau mengoperasikan sekumpulan kontak sakelar. Tampilan fisik modul *relay* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Modul *relay* [28]

Modul *relay* merupakan suatu modul yang digunakan sebagai sakelar pemutus dan penghubung arus. Struktur sederhana dari module *relay* terdiri dari kumparan kawat penghantar yang dililitkan pada inti besi. Ketika kumparan tersebut diberikan energi, medan magnet terbentuk yang menarik amatur berporos. Amatur tersebut berfungsi sebagai pengungkit mekanisme sakelar, sehingga memungkinkan *relay* untuk membuka atau menutup jalur listrik yang terhubung dengan kontak sakelar sesuai dengan kondisi energi yang diberikan. Modul *relay* dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat listrik lainnya berdasarkan sinyal atau kondisi yang diberikan ke kumparan kawat penghantar. Modul *relay* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik dan industri untuk mengatur aliran daya listrik dan mengendalikan perangkat elektronik secara otomatis [28].

II.6 Pompa Air *Submersible* Mini

Pompa air merupakan sebuah teknik yang diterapkan saat air mencapai batasan wadah agar sampai ke wadah lainnya. Pompa air berguna untuk membawa air dari sumber murni yang akan dipindahkan ke lokasi terdekat kemudian digunakan untuk irigasi, mandi, pengolahan limbah, atau mengevakuasi air dari lokasi yang tidak diinginkan [5]. Pompa air pada penelitian ini menggunakan pompa *submersible* mini yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pompa air [29]

Pompa *submersible* mini merupakan salah satu jenis pompa air yang digunakan untuk akuarium, hidroponik, kolam ikan, dan proyek lainnya. Seluruh kegunaan pompa air bergantung dari air yang turun dari ketinggian atau sebaliknya dengan menggunakan beberapa sistem pompa tekan. Pemilihan pompa *submersible* didasarkan pada pengamatan daya listrik karena hanya membutuhkan

daya sekitar 12 volt. Pompa *submersible* ini menghasilkan tenaga berkisar 240 liter/jam dengan daya 4,2 watt [21].

II.7 Telegram

Telegram adalah aplikasi obrolan yang didukung oleh beberapa alat dan fitur canggih yang membuat *telegram* semakin populer. Salah satu fitur yang digunakan dalam pembelajaran adalah *telegram bot*. *Bot telegram* adalah *bot* atau robot yang diprogram dengan berbagai perintah untuk menjalankan instruksi yang diberikan oleh pengguna dan dikendalikan oleh perangkat lunak dengan kemampuan kecerdasan buatan [25]. Tampilan logo *telegram* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Logo *telegram* [11]

Telegram menjadi salah satu aplikasi pesan instan yang dipilih oleh banyak pengguna karena memiliki beberapa keunggulan, salah satu fitur *cloud storage* yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan berbagai jenis file, seperti teks, video, dan jenis file lainnya. Fitur ini memungkinkan pengguna untuk mengakses file mereka dari berbagai perangkat yang terhubung dengan akun *telegram* mereka, juga memastikan keamanan dan ketahanan data. Kombinasi dari banyaknya fitur menjadikan *telegram* sebagai aplikasi pesan instan yang populer dan disukai banyak orang, terutama bagi mereka yang mengutamakan keamanan data, fleksibilitas, dan efisiensi penggunaan memori pada perangkat mereka [24].

II.8 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah perangkat lunak yang digunakan untuk menghasilkan kode program, melakukan kompilasi, mengunggah program ke Arduino, dan mengirim data ke papan Arduino. Perangkat lunak ini dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dan telah dilengkapi dengan

berbagai pustaka bahasa C/C++, yang mempermudah proses *input* dan *output*. Kelebihan dari perangkat lunak Arduino IDE adalah kemudahannya bagi pemula, namun juga memberikan fleksibilitas yang mencukupi bagi pengguna yang memiliki tingkat keahlian lebih tinggi. Bagi para pengajar, Arduino IDE memberikan lingkungan pemrograman yang cocok untuk pembelajaran, memungkinkan pengembangan pemahaman tentang cara kerja Arduino IDE yang juga dikenal sebagai *sketch interface* Arduino IDE [25].