

**TUGAS AKHIR**

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERAWATAN**

**TANAMAN ANUBIAS NANA PADA AQUASCAPE BERBASIS**

**INTERNET OF THINGS (IOT)**



**Oleh :**

**Ahmad Abdur Rozaq**

**1461900322**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**2025**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**TUGAS AKHIR**  
**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERAWATAN**  
**TANAMAN ANUBIAS NANA PADA AQUASCAPE**  
**BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Komputer di Program Studi Informatika



Oleh :

Ahmad Abdur Rozaq  
1461900322

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2025

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

FINAL PROJECT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN IOT-BASED  
CONTROL SYSTEM FOR THE MAINTENANCE OF  
ANUBIAS NANA PLANTS IN A FRESHWATER AQUASCAPE

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree of Sarjana  
Komputer at Informatics Department



By :

Ahmad Abdur Rozaq

1461900322

INFORMATICS DEPARTMENT  
FACULTY OF ENGINEERING  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2025

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Nama** : Ahmad Abdur Rozaq  
**NBI** : 1461900322  
**Prodi** : S-1 Informatika  
**Fakultas** : Teknik  
**Judul** : RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERAWATAN  
TANAMAN ANUBIAS NANA PADA AQUASCAPE  
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

**Mengetahui / Menyetujui**

**Dosen Pembimbing**

Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.  
NPP. 20450.02.0554

**Dekan Fakultas Teknik**  
**Universitas 17 Agustus 1945**  
**Surabaya**

**Ketua Program Study Informatika**  
**Universitas 17 Agustus 1945**  
**Surabaya**

Dr. Ir. Sajiyo, ST., M.Kes., IPU.,  
ASEAN Eng.  
NPP. 20410.90.0197

Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.  
NPP. 20460.16.0700

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN**

## **PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan

Nama : Ahmad Abdur Rozaq

NBI : 1461900322

Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Sistem Kendali Perawatan Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non – material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinil dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 16 Juli 2025

Materai 6000

Ahmad Abdur Rozaq

1461900322

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Sistem Kendali Perawatan Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, serta motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini, antara lain:

1. Bapak Anton Breva Yunanda, S.T., M.MT., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan, arahan, dan ilmu yang sangat berarti selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Keluarga saya, terutama orang tua tercinta, yang selalu memberikan dukungan moral, doa, dan semangat yang tiada henti untuk saya dalam setiap langkah saya di dunia Pendidikan
3. Pihak universitas, yang telah memberikan fasilitas dan kesempatan untuk saya menyelesaikan studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan mendapatkan berbagai pengalaman berharga di bidang akademik.
4. Terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini, serta kepada rekan-rekan mahasiswa Teknik Informatika yang selalu mendukung, berbagi pengalaman, dan memberikan motivasi sepanjang proses studi.
5. Seluruh dosen pengajar di Program Studi Teknik Informatika, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat berharga selama masa perkuliahan.

Saya menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan

penyempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan kontribusi positif, khususnya dalam pengembangan sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT), serta bermanfaat bagi pembaca dan pengembang sistem lainnya.

Surabaya, 16 Juli 2025

Ahmad Abdur Rozaq

## ABSTRAK

Nama : Ahmad Abdur Rozaq  
Program Studi : Informatika  
Judul : Rancang Bangun Sistem Kendali Perawatan Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT)

Penelitian ini berfokus pada sistem kendali berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mendukung perawatan tanaman Anubias Nana pada *aquascape*. Sistem ini dirancang untuk mempermudah perawatan aquascape yang sering menghadapi kendala dalam menjaga kesehatan tanaman, terutama di tengah aktivitas padat dan kurangnya pemahaman pengguna terhadap kebutuhan tanaman. Sistem ini mengintegrasikan sensor pH dan sensor suhu DS18B20 untuk memantau kondisi lingkungan secara *real-time*. Penambahan cairan nutrisi dilakukan oleh pump peristaltik air berdasarkan jadwal yang telah ditentukan menggunakan modul RTC, sementara pump peristaltik juga digunakan untuk menyesuaikan tingkat pH. Pemanas akuarium dan kipas pendingin dikendalikan secara otomatis berdasarkan data dari sensor, sedangkan lampu LED diatur sesuai jadwal RTC untuk menjaga kestabilan pencahayaan dalam *aquascape*. Penelitian ini dimulai dengan merancang perangkat keras dan perangkat lunak, untuk pengaturan parameter lingkungan secara optimal. Sistem ini memberikan solusi inovatif bagi pengguna *aquascape* untuk menjaga kesehatan tanaman dalam jangka panjang sekaligus meningkatkan efisiensi waktu perawatan. Dengan penerapan teknologi IoT ini, pengguna *aquascape* dapat menikmati pengalaman perawatan yang lebih praktis dan efisien, tanpa kehilangan kendali terhadap kondisi lingkungan *aquascape* mereka. Penelitian ini juga diharapkan menjadi referensi bagi pengembangan teknologi otomatisasi perawatan tanaman *aquascape* lainnya di masa depan.

**Kata Kunci:** *Sistem kendali, Internet of Things(IoT), Aquascape, Anubias Nana.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## ABSTRACT

Name : Ahmad Abdur Rozaq  
Departement : Informatika  
Title : Design and Development of an IoT-Based Control System for the Maintenance of *Anubias Nana* Plants in a Freshwater Aquascape

This research focuses on the development of an Internet of Things (IoT)-based control system to support the maintenance of *Anubias Nana* plants in an aquascape environment. The system is designed to simplify aquascape care, which often faces challenges in maintaining plant health, particularly amid users' busy routines and limited understanding of plant needs. This system integrates a pH sensor and a DS18B20 temperature sensor to monitor environmental conditions in real-time. Nutrient solution is dispensed using a peristaltic pump based on a predefined schedule managed by an RTC module, while additional peristaltic pumps are used to regulate the pH level. The aquarium heater and cooling fan are automatically controlled based on sensor data, while the LED lighting is scheduled using the RTC to maintain consistent illumination within the aquascape. The research began with the design of both hardware and software components to optimize environmental parameter settings. This system offers an innovative solution for aquascape users to maintain plant health over the long term while improving maintenance time efficiency. With the implementation of IoT technology, aquascape users can enjoy a more practical and efficient maintenance experience without losing control over their aquascape's environmental conditions. This research is also expected to serve as a reference for future developments in automated aquascape plant care systems.

**Keywords:** *Control system, Internet of Things (IoT), aquascape, Anubias Nana.*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| <b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>                              | i    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR .....</b> | iii  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>  | v    |
| <b>ABSTRAK .....</b>   | vii  |
| <b>ABSTRACT .....</b>  | ix   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>  | xi   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>   | xv   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>  | xvii |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>   | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....   | 1    |
| 1.2 Perumusan Masalah.....   | 3    |
| 1.3 Batasan Masalah.....   | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian.....   | 4    |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....  | 4    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>                   | 5    |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....   | 5    |
| 2.2 Dasar Teori .....  | 10   |
| 2.2.1 <i>Aquascape</i> .....   | 10   |
| 2.2.2 Tanaman Anubias Nana.....  | 11   |
| 2.2.3 Internet of Things (IoT).....                                    | 13   |
| 2.2.4 Mikrokontroler .....   | 13   |
| 2.2.5 Relay 6 Chanel .....   | 15   |
| 2.2.6 Real Time Lock (RTC) .....                                       | 16   |
| 2.2.7 Sensor .....   | 16   |
| 2.2.8 Adaptor.....   | 17   |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.2.9 Akulator .....  | 18        |
| 2.3 Kerangka Teori .....                                    | 19        |
| 2.4 Sistem Kendali Dan Parameter <i>Aquascape</i> .....     | 20        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>                   | <b>21</b> |
| 3.1 Pendekatan Penelitian .....                             | 21        |
| 3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian .....                    | 22        |
| 3.3 Objek Penelitian .....                                  | 27        |
| 3.4 Tahap Perancangan.....                                  | 27        |
| 3.4.1 Perancangan Sistem.....                               | 30        |
| 3.4.2 <i>Flowchart</i> .....                                | 32        |
| 3.5 Perancangan <i>Software</i> .....                       | 35        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                    | <b>37</b> |
| 4.1 Gambaran Umum .....                                     | 37        |
| 4.1.1 Proses Perakitan Alat.....                            | 38        |
| 4.1.2 Integrasi Antar Komponen .....                        | 40        |
| 4.2 Implementasi Perangkat Lunak Mikrokontroler .....       | 42        |
| 4.2.1 Struktur Program Utama .....                          | 42        |
| 4.2.2 Logika Pengendalian Suhu.....                         | 44        |
| 4.2.3 Logika Pengendalian pH .....                          | 45        |
| 4.2.4 Sistem Penjadwalan RTC ( <i>Real Time Lock</i> )..... | 46        |
| 4.2.5 Sistem KomunikasiTelegram .....                       | 47        |
| 4.2.6 Tampilan Pada Layar OLED .....                        | 48        |
| 4.3 Hasil Implementasi dab Uji Fungsional Sistem .....      | 49        |
| 4.3.1 Pengujian Sensor Suhu.....                            | 49        |
| 4.3.2 Pengujian Sensor pH .....                             | 51        |
| 4.3.3 Pengujian Level Sensor Air.....                       | 52        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.3.4 Pengujian Pengujian Pompa.....             | 53        |
| 4.3.5 Pengujian Penjadwalan RTC .....            | 54        |
| 4.3.6 Validasi Output Sistem .....               | 57        |
| 4.3.7 Pengujian Sistem komunikasi Telegram ..... | 57        |
| 4.4 Hasil Pengujian Sistem.....                  | 58        |
| <b>BAB V PENUTUP .....</b>                       | <b>67</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                             | 67        |
| 5.2 Saran.....                                   | 67        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                       | <b>1</b>  |
| <b>LAMPIRAN</b>                                  |           |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 2. 1 <i>Aquascape</i> Tanaman Anubias Nana ..... | 11 |
| Gambar 2. 2 Tanaman Anubias Nana (Wahidin, 2024).....   | 12 |
| Gambar 2. 3 Esp32 Devkit V4 .....                       | 15 |
| Gambar 2. 4 Relay 6 chanel .....                        | 15 |
| Gambar 2. 5 RTC DS3231 .....                            | 16 |
| Gambar 2. 6 Adapter 5v 4a.....                          | 18 |
| Gambar 3. 1 <i>Aquascape</i> Tanaman Anubias Nana ..... | 27 |
| Gambar 3. 2 Tahapan penelitian.....                     | 28 |
| Gambar 3. 3 Blok Model Perancangan .....                | 30 |
| Gambar 3. 4 Flowchart Proses Sistem .....               | 32 |
| Gambar 3. 5 Logo Telegram.....                          | 35 |
| Gambar 3. 6 Logo Arduino IDE .....                      | 36 |
| Gambar 4. 1 Umum Sistem ke Akuarium .....               | 38 |
| Gambar 4. 2 Alat .....                                  | 39 |
| Gambar 4. 3 Setup.....                                  | 43 |
| Gambar 4. 4 Loop .....                                  | 43 |
| Gambar 4. 5 <i>Source Code</i> Suhu .....               | 44 |
| Gambar 4. 6 <i>Source Code</i> pH.....                  | 46 |
| Gambar 4. 7 <i>Source Code</i> RTC .....                | 47 |
| Gambar 4. 8 <i>Source Code</i> Bot Telegram.....        | 48 |
| Gambar 4. 9 <i>Source Code</i> RTC .....                | 49 |
| Gambar 4. 10 Pengujian Sensor Suhu.....                 | 50 |
| Gambar 4. 11 Implementasi Sensor Suhu .....             | 51 |
| Gambar 4. 12 Kalibrasi pH .....                         | 52 |
| Gambar 4. 13 Pengujian Sensor Float Switch.....         | 52 |
| Gambar 4. 14 Pengujian Pump Peristaltik .....           | 53 |
| Gambar 4. 15 Implementasi Pompa Peristaltik .....       | 54 |
| Gambar 4. 16 Serial Monitor Lampu On .....              | 55 |
| Gambar 4. 17 Serial Monitor Lampu Off.....              | 55 |
| Gambar 4. 18 Serial Monitor Nutrisi On.....             | 56 |
| Gambar 4. 19 Hasil Sistem.....                          | 57 |
| Gambar 4. 20 Komunikasi Bot Telegram.....               | 58 |
| Gambar 4. 21 Pengujian Sistem .....                     | 59 |
| Gambar 4. 22 Grafik Perubahan Suhu.....                 | 61 |
| Gambar 4. 23 Grafik Perubahan PH.....                   | 62 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **DAFTAR TABEL**

|   |    |
|---|----|
| Tabel 3. 1 Bahan dan Perangkat Penelitian ..... | 22 |
| Tabel 3. 2 Pengontrolan Parameter.....          | 34 |
| Tabel 4. 1 Alokasi Pin GPIO pada Sistem.....    | 39 |
| Tabel 4. 2 Hasil Pengujian.....                 | 59 |
| Tabel 4. 3 Hasil Data Sistem .....              | 63 |

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Aquascape* adalah seni menata tanaman air, batu, kayu, dan elemen lainnya di dalam akuarium untuk menciptakan pemandangan bawah air yang indah. Seni ini tidak hanya berfungsi sebagai hobi, tetapi juga memiliki nilai estetika yang tinggi dalam memperindah suatu ruangan (Harianto et al., 2018). Tanaman air memainkan peran penting dalam *aquascape*, tidak hanya sebagai elemen visual, tetapi juga dalam menjaga keseimbangan ekosistem mini di dalam akuarium.

Salah satu tanaman yang banyak digunakan dalam *aquascape* adalah *Anubias Nana*. Tanaman ini populer di kalangan penggemar *aquascape* karena kemudahan perawatannya serta ketahanannya terhadap berbagai kondisi air (Wahidin, 2024), *Anubias Nana* memiliki pertumbuhan yang lambat dan memerlukan pencahayaan rendah hingga sedang, sehingga tidak cepat mendominasi ruang dalam akuarium. Selain itu, tanaman ini juga memiliki nilai ekonomis dan estetika yang tinggi (Rahmawati et al., 2019). Oleh karena itu, *Anubias Nana* sering dijadikan pilihan utama dalam perawatan *aquascape*.

Meskipun perawatannya relatif mudah, menjaga kesehatan dan stabilitas *Anubias Nana* tetap memerlukan perhatian, terutama ketika pengaturan parameter lingkungan dilakukan secara manual. Permasalahan umum yang sering terjadi adalah munculnya alga pada permukaan daun akibat ketidakseimbangan antara pencahayaan dan nutrisi. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan alga dan lumut, serta dapat merusak keseimbangan ekosistem akuarium. Sebaliknya, pencahayaan yang terlalu rendah dapat menyebabkan tanaman *Anubias Nana* kekurangan energi untuk fotosintesis, yang mengakibatkan daun menguning. Meskipun *Anubias Nana* tidak membutuhkan banyak nutrisi, pemberian nutrisi cair tetap berguna untuk mendukung pertumbuhannya dan mencegah kekurangan zat kalium dan zat besi. Nutrisi cair umumnya diberikan secara rutin, seperti seminggu sekali atau dua kali, untuk hasil yang optimal (Rafi & Santoso, 2023). Selain itu,

fluktuasi suhu dan pH air juga dapat mempengaruhi kondisi tanaman. Permasalahan-permasalahan ini menjadi tantangan bagi para penghobi *aquascape* dalam menjaga kesehatan tanaman secara konsisten.

Tanaman *Anubias Nana* tidak membutuhkan tambahan CO<sub>2</sub> secara intensif karena memiliki toleransi yang baik terhadap kadar CO<sub>2</sub> rendah, berbeda dengan tanaman *aquascape* lainnya yang lebih memerlukan CO<sub>2</sub> untuk pertumbuhannya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, sistem kendali yang dirancang tidak mencakup penambahan CO<sub>2</sub> sebagai komponen utama. Fokus utama sistem ini adalah menjaga keseimbangan parameter penting lainnya, seperti pencahayaan dan pemberian nutrisi cair, yang lebih mempengaruhi kesehatan dan pertumbuhan *Anubias Nana*.

Di tengah kesibukan aktivitas sehari-hari, perawatan manual terhadap tanaman *aquascape*, khususnya dalam mengatur pencahayaan, suhu air, pH, dan pemberian nutrisi, membutuhkan perhatian dan waktu yang tidak sedikit. Berdasarkan pengamatan di lapangan, sebagian besar penghobi *aquascape* mengalami kegagalan dalam perawatan kesehatan tanaman *Anubias Nana*. Faktor utama yang menyebabkan kegagalan tersebut adalah kurangnya perawatan yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Masih banyak pengguna yang melakukan perawatan secara asal-asalan atau tidak memiliki cukup waktu untuk melakukan perawatan secara rutin. Akibatnya, kondisi air menjadi kotor, parameter lingkungan seperti suhu dan pH tidak stabil, serta keseimbangan ekosistem dalam akuarium terganggu. Hal ini tidak hanya berdampak pada rusaknya tanaman, tetapi juga menurunkan nilai estetika dari *aquascape* itu sendiri.

Melalui penelitian ini, dirancang sebuah sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) untuk mempermudah perawatan tanaman *Anubias Nana*. Sistem ini diharapkan mampu mengontrol pencahayaan, pemberian nutrisi cair, serta menjaga parameter lingkungan seperti suhu air dan pH, sesuai dengan kondisi dan kebutuhan spesifik *Anubias Nana*. Dengan menggunakan teknologi IoT, sistem dapat memantau dan mengatur parameter lingkungan secara *real-time*, memastikan stabilitas akuarium terjaga tanpa memerlukan pemantauan manual yang intensif. Dengan adanya sistem kendali ini, diharapkan kesehatan tanaman *Anubias Nana* dalam *aquascape* dapat

lebih terjaga, sekaligus mengurangi beban perawatan manual bagi pengguna yang memiliki aktivitas padat.

## 1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem kendali berbasis IoT untuk mempermudah perawatan tanaman Anubias Nana pada *aquascape* akibat keterbatasan waktu dan kurang tepatnya pemenuhan kebutuhan tanaman?
2. Bagaimana merancang sistem kendali berbasis IoT untuk menjaga stabilitas suhu air dan pH dalam *aquascape*, agar sesuai dengan kebutuhan tanaman Anubias Nana?
3. Bagaimana merancang sistem kendali berbasis IoT untuk memastikan pemberian nutrisi cair yang tepat dan pencahayaan yang sesuai bagi tanaman Anubias Nana dalam *aquascape*?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada perawatan tanaman Anubias Nana sebagai objek utama dalam ekosistem *aquascape* air tawar, tanpa membahas jenis tanaman *aquascape* lainnya.
2. Sistem kendali dalam penelitian ini dibatasi pada pemantauan dan pengendalian suhu air, pH air, pemberian nutrisi cair, dan pencahayaan yang disesuaikan dengan kebutuhan tanaman Anubias Nana. Parameter lain tidak termasuk dalam cakupan penelitian ini.
3. Sistem pengendalian dan pemantauan berbasis IoT ini hanya dapat beroperasi apabila terhubung dengan jaringan internet atau Wi-Fi yang stabil.
4. Sistem diuji pada akuarium *aquascape* berskala kecil hingga menengah kapasitas air kurang dari 25 liter. Penelitian difokuskan pada akuarium berukuran 30cm x 20cm x 20cm dengan kapasitas air 12 liter.
5. Pengamatan dibatasi pada periode tertentu untuk menguji kinerja sistem dalam menjaga kesehatan tanaman Anubias Nana. Pengamatan jangka panjang tidak termasuk dalam penelitian ini.

6. Sistem monitoring hanya menyediakan fungsi pemantauan sederhana melalui aplikasi Telegram. Pengembangan aplikasi dengan fitur kompleks tidak menjadi bagian dari penelitian ini.

## 1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem kendali berbasis IoT untuk otomatisasi perawatan tanaman Anubias Nana, guna mengatasi keterbatasan waktu dan memastikan perawatan yang tepat.
2. Membangun sistem yang menjaga stabilitas suhu air dan pH dalam *aquascape* agar sesuai dengan kebutuhan tanaman Anubias Nana.
3. Mengembangkan sistem kendali berbasis IoT untuk memastikan pemberian nutrisi cair yang tepat dan pencahayaan yang sesuai bagi tanaman Anubias Nana.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat bagi pengguna *aquascape*, khususnya yang menggunakan tanaman Anubias Nana. Beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini mempermudah penghobi *aquascape* dalam memantau dan mengelola kesehatan tanaman Anubias Nana secara *real-time* melalui sistem kendali berbasis IoT.
2. Dengan sistem kendali berbasis IoT, penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kegagalan dalam perawatan tanaman Anubias Nana akibat kesalahan pengaturan suhu, pH, dan pemberian nutrisi yang tidak sesuai.
3. Pengguna dapat memantau dan mengelola kondisi suhu air, pH, serta pemberian nutrisi dan pencahayaan sesuai kebutuhan tanaman Anubias Nana, meski dengan keterbatasan waktu dan aktivitas padat.
4. Sistem ini memberikan kenyamanan dengan memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi Telegram, sehingga penghobi *aquascape* yang sering berada di luar rumah tetap dapat menjaga keseimbangan ekosistem akuarium.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat referensi dari sejumlah penelitian sebelumnya yang sangat penting untuk ditinjau dan dibahas. Hal ini bertujuan untuk memahami kaitan antara penelitian yang sedang dilakukan dengan penelitian sebelumnya, sehingga dengan mencantumkan referensi tersebut dapat dihindari terjadinya duplikasi dalam penelitian ini.

Penelitian oleh (Febriana, 2020). Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem otomatis untuk mengontrol dan memantau nutrisi pada tanaman cabai dalam sistem hidroponik NFT, dengan mengatur parameter pH dan TDS secara *real-time* menggunakan logika fuzzy Sugeno. Sistem ini memanfaatkan Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266 untuk mengotomatiskan proses penyesuaian nutrisi, sehingga petani tidak perlu melakukan kontrol manual. Fungsi utama dari sistem ini adalah menjaga kestabilan lingkungan tanam agar pertumbuhan tanaman tetap optimal. Penelitian ini relevan sebagai referensi bagi penelitian saya karena menerapkan sistem kendali berbasis IoT untuk tanaman berbasis air, yang menjadi dasar dalam merancang sistem otomatisasi perawatan *Anubias Nana* dalam *aquascape*.

Penelitian oleh berjudul (Hendrawan, 2022) “*Otomatisasi Pengaliran Larutan Asam dan Basa Tanaman Air Aquascape Berdasarkan Kandungan pH Berbasis IoT*” membahas sistem otomatis yang dirancang untuk menjaga kestabilan pH air dalam *aquascape*. Sistem ini menggunakan sensor pH E-4502C dan mikrokontroler ESP32 untuk mengontrol dua pompa celup—satu untuk larutan asam dan satu untuk larutan basa. Pemantauan dan pengendalian dilakukan melalui aplikasi Android yang terhubung ke Firebase. Ketika nilai pH keluar dari batas ideal (6,5–7,5), sistem akan menyalakan pompa yang sesuai secara otomatis. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara efektif dan akurat. Penelitian ini relevan karena sama-sama mengusung konsep otomatisasi perawatan *aquascape* berbasis IoT. Perbedaannya, penelitian Yulio hanya berfokus pada pengaturan pH dan

pencahayaan, sementara dalam penelitian ini sistem yang dikembangkan mencakup kendali suhu, pencahayaan, penjadwalan pemberian nutrisi, serta pengendalian pH, dengan tambahan fitur notifikasi Telegram dan tampilan data pada layar OLED untuk mendukung perawatan tanaman Anubias Nana secara lebih menyeluruh.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ramdani et al., 2020). Penelitian ini bertujuan merancang sistem otomatisasi suhu dan monitoring pH air pada *aquascape* menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 yang terhubung dengan Bot Telegram sebagai antarmuka monitoring. Sistem ini memanfaatkan sensor suhu DS18B20 dan modul sensor pH untuk memantau kondisi lingkungan *aquascape*. Alat ini dirancang untuk menjaga suhu air dalam kisaran 25°C–28°C dengan mengontrol lampu dan kipas pendingin secara otomatis. Selain itu, sistem memberikan notifikasi jika nilai pH keluar dari rentang 6,0–8,0. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor suhu DS18B20 memiliki tingkat error sebesar 2,105%, sedangkan sensor pH memiliki error rata-rata sebesar 0,216%. Penjadwalan nyala lampu juga berhasil diterapkan menggunakan protokol NTP Client Server dengan durasi pencahayaan 8 jam per hari. Penelitian ini menjadi referensi utama dalam penerapan teknologi IoT untuk monitoring parameter lingkungan *aquascape*. Sistem kendali otomatis yang dirancang memberikan inspirasi untuk implementasi kontrol suhu dan pH dalam penelitian ini serta memperluas fitur pemantauan dengan aplikasi Telegram.

Penelitian oleh (Zain et al., 2021) mengembangkan sistem otomatisasi perawatan *aquascape* berbasis IoT yang dirancang untuk memudahkan proses penggantian air dan pemberian pupuk cair. Sistem ini menggunakan kombinasi mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan NodeMCU ESP8266, serta dilengkapi dengan sensor kekeruhan, sensor ultrasonik, dan modul RTC untuk mengatur jadwal perawatan. Ketika tingkat kekeruhan melebihi ambang batas, sistem secara otomatis mengaktifkan solenoid valve untuk menguras air, dan setelah mencapai level tertentu, pompa akan mengisi ulang air bersih. Jadwal pemberian pupuk cair dikendalikan oleh NodeMCU dan dapat dimonitor melalui aplikasi Telegram, sementara parameter sistem ditampilkan pada LCD. Hasil pengujian menunjukkan sistem bekerja sesuai spesifikasi, menjaga kualitas air dan kesehatan biota *aquascape*. Penelitian ini relevan

sebagai referensi karena mengintegrasikan fitur-fitur penting seperti pemberian pupuk otomatis, pengendalian suhu serta penggunaan RTC dan sistem notifikasi, yang sebagian besar juga digunakan dalam sistem berbasis ESP32 yang saya kembangkan.

Penelitian oleh (Nuryadi et al., 2021) mengembangkan sistem kendali otomatis berbasis mikrokontroler untuk menjaga keseimbangan kebutuhan tanaman air dalam *aquascape*, termasuk pengaturan suhu, pencahayaan, dan suplai karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Sistem menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor warna TCS3200, RTC DS3231, dan dikendalikan melalui platform Thingspeak untuk pemantauan jarak jauh. Sistem ini terbukti mampu menjaga suhu dalam kisaran optimal 22–28°C, menyesuaikan durasi pencahayaan sesuai siklus harian, dan mengontrol suplai CO<sub>2</sub> secara otomatis berdasarkan indikator visual. Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan otomatisasi sangat efektif dalam menjaga kesehatan tanaman *aquascape* dengan mengurangi ketergantungan pada pemilik dalam aktivitas perawatan harian. Meskipun penelitian ini belum secara spesifik mengkaji *Anubias Nana*, pendekatan teknologi dan variabel kendali yang digunakan sangat relevan dan dapat dijadikan referensi penting dalam pengembangan sistem kendali IoT untuk tanaman tersebut pada *aquascape*.

Penelitian oleh (Suryadinatha, 2022) berjudul “*Kontrol dan Monitoring pada Tanaman Air Tawar Aquascape*” bertujuan untuk mempermudah perawatan tanaman air dengan sistem otomatis berbasis IoT. Sistem ini mengatur pencahayaan menggunakan High Power LED (HPL) yang dikendalikan melalui aplikasi Blynk, serta dilengkapi dengan sensor suhu DS18B20 dan DHT11 untuk memantau suhu air dan suhu di sekitar rangkaian lampu. Ketika suhu rangkaian melebihi ambang batas tertentu (31°C), kipas pendingin otomatis menyala untuk menjaga stabilitas suhu. Data monitoring suhu ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan skripsi ini dalam hal pemanfaatan IoT dan sensor suhu untuk perawatan *aquascape*. Namun, penelitian berfokus pada kontrol pencahayaan dan pendingin untuk mencegah overheating lampu, sedangkan skripsi ini mencakup pengendalian penuh terhadap pH, suhu, pencahayaan, dan pemberian

nutrisi cair secara otomatis, khususnya untuk menunjang pertumbuhan tanaman *Anubias Nana* secara optimal.

Penelitian yang dilakukan (Prayoga & P, 2025), mengembangkan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis ESP32, modul RTC, dan aplikasi Blynk. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam proses budidaya tanaman kangkung di rumah kaca. Sistem ini memanfaatkan RTC untuk penjadwalan penyiraman dua kali sehari dan pemupukan mingguan secara otomatis, serta menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama. Aplikasi Blynk memungkinkan kontrol dan pemantauan sistem secara jarak jauh melalui smartphone. Dalam pengujinya, sistem mampu menyiram tanaman dengan debit air sebesar 220 mL per menit dan menjalankan seluruh siklus sesuai waktu yang telah ditentukan. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan peningkatan signifikan dalam pertumbuhan tanaman selama masa percobaan tujuh hari, yang mengindikasikan bahwa sistem otomatisasi memberikan hasil yang lebih konsisten dibandingkan metode konvensional. Keunggulan lain dari penelitian ini adalah integrasi antara perangkat lunak, perangkat keras, dan antarmuka pengguna yang saling terhubung dalam satu sistem IoT yang utuh. Meskipun sistem ini belum mengintegrasikan sensor pH atau suhu, pendekatan dan struktur logika kendali otomatis yang diterapkan sangat relevan dan dapat menjadi landasan pengembangan sistem yang lebih kompleks, seperti pada penelitian ini yang menambahkan elemen kontrol suhu dan pH untuk tanaman air (*aquatic plant*) seperti *Anubias Nana* dalam *aquascape*. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran teknis yang komprehensif tetapi juga dapat dijadikan referensi penting dan dasar pengembangan lebih lanjut dalam sistem otomatisasi perawatan tanaman berbasis Internet of Things (IoT).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Brahmantika, 2019), berjudul “*Sistem Otomatisasi Budidaya Tumbuhan Aquascape Berbasis Arduino UNO*”, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem otomatisasi pengendalian parameter lingkungan pada *aquascape*, termasuk pengontrolan suhu, kekeruhan air, dan pencahayaan. Sistem menggunakan Arduino UNO sebagai pengendali utama, sensor suhu DS18B20, sensor kekeruhan turbidity, serta RTC DS3231 untuk mengatur durasi

pencahayaan. Sistem ini dirancang untuk menjaga suhu air dalam kisaran optimal 22°C–25°C dengan mengaktifkan heater atau peltier berdasarkan perubahan suhu. Sensor turbidity digunakan untuk mendeteksi tingkat kekeruhan air, dan filter aktif secara otomatis jika kekeruhan melebihi 25 NTU. RTC digunakan untuk mengatur durasi pencahayaan hingga 12 jam per hari guna mensimulasikan sinar matahari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mengontrol parameter-parameter tersebut secara efektif. Penelitian ini relevan karena sama-sama menggunakan teknologi otomatisasi berbasis mikrokontroler untuk mengontrol parameter lingkungan *aquascape*. Konsep pengendalian suhu dan pencahayaan memberikan inspirasi untuk implementasi sistem monitoring dan kendali berbasis IoT yang dirancang pada penelitian ini.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Susanto et al., 2022), berjudul “*Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Monitoring Aquascape Berbasis Android*”, bertujuan untuk mengembangkan sistem IoT untuk memantau dan mengontrol suhu, pencahayaan, serta pemberian pupuk cair pada *aquascape*. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DS18B20, dan TDS Meter, dengan Firebase Realtime Database sebagai penyimpan data dan penghubung antara alat dan aplikasi Android. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan tujuan, meskipun terdapat delay dalam pengiriman data. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dirancang karena sama-sama mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau kondisi *aquascape*. Penelitian ini dapat dijadikan referensi karena sama-sama mengembangkan sistem berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol kondisi dalam *aquascape*, namun fokus penelitian ini lebih spesifik pada perawatan tanaman Anubias Nana yang memerlukan pemantauan dan pengaturan suhu, cahaya, dan nutrisi secara lebih terperinci.

Penelitian lain dilakukan oleh (Suwandi, 2022) dengan judul “*Sistem Kontrol dan Monitoring Pakan Ikan serta Tanaman Air pada Aquascape Menggunakan Internet of Things Berbasis Arduino*”. Penelitian ini mengembangkan sistem kontrol dan pemantauan *aquascape* secara otomatis dengan menggunakan sensor pH, sensor suhu DS18B20, serta sensor infrared untuk memantau ketersediaan pakan ikan.

Sistem ini terintegrasi dengan mikrokontroler Arduino dan ESP32, serta ditampilkan secara *real-time* melalui aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat memantau pH (rentang 6,42–7,31), suhu (27,57°C–29,42°C), dan status pakan ikan secara efektif. Penelitian ini menunjukkan keterkaitan kuat dengan sistem yang dikembangkan dalam skripsi ini karena sama-sama menggunakan pendekatan IoT dan sensor untuk pemantauan kondisi *aquascape*. Perbedaannya terletak pada fokus penelitian: penelitian Daffa lebih menekankan pada pemantauan pakan ikan dan kondisi umum tanaman air, sedangkan skripsi ini secara khusus berfokus pada perawatan tanaman *Anubias Nana*

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Aquascape

*Aquascape* merupakan suatu seni dalam mengatur dan menata tanaman air, batu, kayu, dan elemen lain di dalam akuarium untuk menciptakan pemandangan yang estetis sehingga menciptakan sebuah lingkungan seperti pemandangan bawah air (Pramadana et al., 2021). Dalam *aquascape*, keberadaan tanaman air sangat penting karena berfungsi sebagai penghasil oksigen, penyerap zat-zat berbahaya seperti amonia, serta memberikan tempat persembunyian bagi ikan atau biota lainnya. Di antara berbagai jenis tanaman yang digunakan, anubias nana menjadi salah satu tanaman *aquascape* yang populer di kalangan penggemar akuarium karena kemudahan perawatannya dan ketahanannya terhadap berbagai kondisi air (Wahidin, 2024). Konsep *aquascape* tidak hanya bertujuan untuk keindahan visual, tetapi juga menekankan keseimbangan biologis di dalam akuarium. Komponen utama dalam *aquascape* mencakup pencahayaan, kesetabilan suhu, pH, dan nutrisi yang memengaruhi pertumbuhan dan kesehatan tanaman air.



Gambar 2. 1 *Aquascape* Tanaman Anubias Nana

### 2.2.2 Tanaman Anubias Nana

Tanaman Anubias nana berasal dari Afrika Barat, terutama di daerah aliran sungai Niger dan Kongo. Tanaman ini termasuk dalam keluarga *Araceae*, yang juga mencakup tanaman seperti *philodendron* dan *monstera*. Tanaman anubias memiliki nama ilmiah *Anubias barteri*, yang dinamai menurut seorang penjelajah Inggris bernama Richard Barter. Tanaman ini populer di kalangan penggemar *aquascape* karena kemudahan perawatannya dan ketahanannya terhadap berbagai kondisi air (Wahidin, 2024). Selain itu, Anubias Nana memiliki nilai ekonomis, pertumbuhan yang lambat, serta membutuhkan pencahayaan rendah hingga sedang, sehingga sering digunakan dalam perawatan *aquascape* (Rahmawati et al., 2019). Tanaman yang tumbuh alami di tempat teduh atau tidak langsung dibawah sinar matahari merupakan jenis tanaman yang memerlukan kadar cahaya rendah. Karena itu, tanaman ini tidak memerlukan banyak lampu dalam Memeliharanya, sehingga cocok bagi pemula (Nuryadi et al., 2021).

Terdapat beberapa permasalahan umum dalam perawatan Anubias Nana meliputi pertumbuhan alga pada daun akibat pencahayaan berlebih, kekurangan nutrisi, serta fluktuasi parameter pH dan suhu air. Pupuk merupakan komponen penting untuk menyediakan nutrisi bagi tanaman air agar dapat tumbuh dengan segar. Sehingga akan mempercantik akuarium dalam penerapan *aquascape* (Harianto et al., 2018). Bagi tanaman air suhu air yang terlalu panas atau dinginakan menurunkan laju respirasi maupun laju fotosintesis. Pencahayaan Anubias Nana membutuhkan

intensitas cahaya rendah hingga sedang, dengan durasi 6-8 jam per hari. Cahaya terlalu terang dapat memicu alga, sementara tanaman ini tetap toleran terhadap cahaya minim. Tanaman ini tumbuh optimal pada kondisi air dengan pH 5-9 dan suhu 22–28°C (Wahidin, 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem kendali yang dapat menjaga stabilitas parameter lingkungan guna mendukung kesehatan dan pertumbuhan tanaman ini.



Gambar 2. 2 Tanaman Anubias Nana (Wahidin, 2024)

Alternatif penggunaan sensor tambahan seperti TDS (Total Dissolved Solids) atau EC (Electrical Conductivity) untuk mengukur konsentrasi nutrisi dalam air tidak digunakan dalam sistem ini. Hal ini disebabkan oleh beberapa pertimbangan:

1. Anubias Nana tergolong tanaman dengan pertumbuhan lambat dan kebutuhan nutrisi yang rendah. Karena sifatnya yang toleran terhadap variasi lingkungan dan tidak memerlukan pemupukan intensif.
2. Pemberian nutrisi secara rutin satu kali dalam seminggu sudah cukup untuk menjaga kesehatannya dan mendukung pertumbuhan yang stabil.
3. Penerapan sensor tersebut memerlukan kalibrasi dan pengaturan yang kompleks, yang justru mengurangi nilai praktis dari sistem otomatis ini.
4. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membangun sistem kebutuhan pengguna, khususnya yang menginginkan sistem *aquascape* yang minim perawatan.

Sebagai bentuk pengawasan tambahan, sistem ini dilengkapi dengan sensor level air (float switch) pada botol nutrisi cair. Sensor ini akan mendeteksi apakah cairan nutrisi hampir habis, dan jika demikian, sistem akan memberikan peringatan melalui indikator LED, buzzer, dan notifikasi Telegram. Dengan demikian, meskipun penjadwalan pemberian nutrisi tidak berbasis sensor kandungan air, sistem tetap dapat menjaga ketersediaan nutrisi secara efektif dan informatif bagi pengguna.

### **2.2.3 Internet of Things (IoT)**

Menurut (Rafi & Santoso, 2023) *Internet of Things* merupakan konsep atau skenario di mana sebuah objek yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke komputer, sehingga dapat bertukar data dan melakukan tindakan tertentu yang dikendalikan dari jarak jauh. Dalam konteks *aquascape*, IoT dapat digunakan untuk memantau dan mengontrol parameter lingkungan seperti suhu, pH, pencahayaan, dan pemberian pupuk secara otomatis. Penggunaan IoT pada sistem akuarium memberikan kemudahan bagi pengguna untuk melakukan pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui perangkat mobile. Komponen utama IoT meliputi:

- a. Sensor digunakan untuk mengukur parameter lingkungan seperti suhu, pH, dan intensitas cahaya.
- b. Aktuator di kendalikan melalui relay sebagai perangkat yang melakukan tindakan menyesuaikan suhu dengan mengaktifkan kipas atau heater, menyesuaikan pH, menghidupkan lampu, dan memompa pupuk cair.
- c. Mikrokontroler menggunakan ESP32 Devkit V4 yang bertugas memproses data dari sensor dan mengontrol aktuator.
- d. Platform IoT dalam sistem ini menggunakan aplikasi Telegram sebagai kontrol manual yang dapat diakses pengguna sesuai kebutuhan. Selain itu, Telegram juga berfungsi sebagai media notifikasi otomatis ketika cairan nutrisi habis atau terdeteksi adanya kerusakan pada sistem.

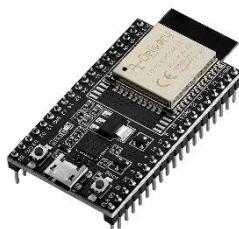
### **2.2.4 Mikrokontroler**

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori(sejumlah kecil RAM,

memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input-output (Kusuma & Mulia, 2018). Mikrokontroler berfungsi untuk memproses data dari sensor-sensor yang ada, menjalankan algoritma cara kerja sistem, dan mengendalikan aktuator (peristaltic pump, heater, kipas, dan lampu LED).

Dalam pengembangan sistem IoT untuk *aquascape*, kebutuhan akan perangkat yang efisien dan terintegrasi menjadi sangat penting. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 Devkit V4 sebagai sebagai otak utama sistem kendali. ESP32 Devkit V4 merupakan versi terbaru dari seri pengembangan mikrokontroler ESP32, yang telah mengalami peningkatan dari segi stabilitas, efisiensi daya, dan kemudahan dalam integrasi perangkat keras. Modul ini dirancang dengan tata letak pin yang lebih rapi serta performa prosesor dual-core hingga 240 MHz yang sangat mendukung pengolahan data dari berbagai sensor secara *real-time*. Keunggulan utama dari ESP32 adalah adanya modul WiFi dan Bluetooth Low Energy (BLE) yang terintegrasi, sehingga memungkinkan perangkat untuk terkoneksi dengan jaringan internet tanpa memerlukan modul tambahan. Hal ini sangat krusial dalam sistem berbasis IoT yang membutuhkan pemantauan dan kontrol jarak jauh secara efisien.

Selain itu, ESP32 Devkit V4 dilengkapi dengan banyak pin input/output digital maupun analog, serta dukungan protokol komunikasi seperti I2C, SPI, dan UART, yang mempermudah koneksi dengan berbagai komponen yang digunakan pada penelitian ini seperti sensor suhu DS18B20, sensor pH analog, RTC DS3231, water level sensor, relay, dan layar OLED. Dengan kombinasi fitur-fitur unggul dan kemudahan pengembangan, ESP32 Devkit V4 menjadi solusi ideal untuk membangun sistem kendali otomatis pada *aquascape*, khususnya dalam menjaga parameter lingkungan ideal bagi tanaman Anubias Nana.



Gambar 2. 3 Esp32 Devkit V4

## 2.2.5 Relay 6 Chanel

Relay merupakan komponen elektromekanis yang berfungsi sebagai saklar otomatis yang dapat dikendalikan oleh sinyal listrik bertegangan rendah untuk menghubungkan atau memutuskan arus bertegangan lebih tinggi. Dalam sistem kendali berbasis mikrokontroler, relay digunakan untuk mengendalikan perangkat yang membutuhkan daya besar atau bekerja pada tegangan AC, seperti lampu, kipas, dan pemanas. Relay tipe 6 channel 5V memiliki enam kanal independen yang masing-masing dapat dikendalikan secara terpisah, memungkinkan sistem mengatur hingga enam perangkat sekaligus dalam satu modul.

Relay ini bekerja pada tegangan input 5V, sehingga dapat langsung dikendalikan oleh pin digital dari mikrokontroler seperti ESP32. Setiap kanal relay dilengkapi dengan optocoupler dan driver transistor untuk memastikan isolasi antara rangkaian kendali (low voltage) dan rangkaian daya (high voltage), sehingga menjaga keselamatan dan mencegah kerusakan pada mikrokontroler akibat lonjakan tegangan. Pemilihan relay 6 channel tipe 5V dalam sistem ini didasarkan pada kebutuhan pengendalian beberapa perangkat secara terpisah, seperti heater, lampu LED 220V, kipas, dan pompa. Dibandingkan modul relay tunggal, modul 6 channel lebih efisien secara fisik dan wiring, serta memberikan fleksibilitas lebih dalam pengembangan sistem otomatis yang kompleks. Dengan kemampuan menangani beban AC maupun DC, serta integrasi mudah dengan sistem mikrokontroler, relay 5V 6 channel menjadi solusi ideal dalam pengendalian perangkat aktuator dalam sistem IoT *aquascape* ini.



Gambar 2. 4 Relay 6 chanel

## 2.2.6 Real Time Lock (RTC)

RTC (Real NyataTime Clock kunci) adalah jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu mulai detik hingga tahun dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu waktu data tersebut secara real time (Samsugi & Wajiran, 2020). Sistem kendali *aquascape* ini juga mengatur pencahayaan sebagai pengganti cahaya matahari, yang diperlukan tanaman untuk melakukan fotosintesis. Selain pengaturan pencahayaan, RTC juga berfungsi sebagai penunjuk mengatur jadwal pemberian nutrisi pada tanaman Anubias Nana dalam *aquascape*. Dengan adanya RTC, sistem dapat menyimpan dan menjalankan jadwal otomatis meskipun terjadi pemadaman listrik, karena RTC memiliki baterai cadangan yang menjaga data waktu tetap tersimpan.



Gambar 2. 5 RTC DS3231

## 2.2.7 Sensor

Sensor adalah komponen utama yang digunakan untuk memantau kondisi lingkungan akuarium secara *real-time*. Beberapa sensor yang akan di gunakan:

### a. Sensor pH

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Mengukur tingkat keasaman air dalam akuarium (Mufida et al., 2020). Parameter ini sangat penting untuk kesehatan tanaman air, termasuk Anubias Nana. Tanaman ini membutuhkan pH yang stabil, biasanya dalam rentang 5.5 hingga 7.5. Sensor pH akan memberikan data yang diperlukan untuk mengatur sistem dan menjaga pH tetap dalam batas yang diinginkan, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik tanpa masalah terkait keasaman air.

### b. Suhu (DS18B20)

Mengukur suhu air dalam akuarium untuk menjaga suhu agar tetap dalam rentang yang optimal bagi tanaman Anubias Nana. Biasanya suhu

optimal untuk tanaman ini adalah sekitar 25°C hingga 28°C. Dengan menggunakan sensor suhu, sistem dapat mendeteksi jika suhu air terlalu rendah atau tinggi dan mengaktifkan pemanas atau kipas secara otomatis untuk menyesuaikan suhu dengan kebutuhan tanaman.

### **2.2.8 Adaptor**

Adaptor merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah tegangan listrik dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC) dengan besaran tegangan dan arus tertentu. Dalam sistem elektronika, khususnya pada perangkat berbasis mikrokontroler dan IoT, adaptor berperan penting sebagai catu daya utama yang menyuplai tegangan stabil ke berbagai komponen. Adaptor 5V 4A termasuk dalam kategori adaptor tegangan rendah dengan kapasitas arus yang cukup besar, sehingga mampu menyediakan daya ke beberapa komponen secara bersamaan tanpa mengalami penurunan tegangan.

Tegangan 5V merupakan standar umum yang digunakan pada banyak perangkat digital seperti mikrokontroler, sensor, modul komunikasi, dan layar tampilan. Arus maksimal 4 ampere memastikan seluruh komponen yang terhubung dapat beroperasi secara optimal, bahkan dalam kondisi beban tinggi. Pemilihan adaptor tipe 5V 4A dilakukan berdasarkan pertimbangan kebutuhan daya total dari sistem yang terdiri atas berbagai komponen aktif. Dibandingkan adaptor dengan arus yang lebih kecil, tipe ini memberikan jaminan suplai daya yang lebih stabil dan minim risiko kelebihan beban. Selain itu, adaptor ini umumnya dilengkapi dengan fitur proteksi seperti overcurrent protection (OCP), overvoltage protection (OVP), dan short circuit protection (SCP) yang menjaga kestabilan sistem dan mencegah kerusakan akibat gangguan kelistrikan. Dengan karakteristik tersebut, adaptor 5V 4A menjadi pilihan yang tepat untuk sistem kendali berbasis Internet of Things yang memerlukan suplai daya.



Gambar 2. 6 Adapter 5v 4a

### 2.2.9 Akulator

Aktuator adalah perangkat yang memungkinkan sistem untuk mengendalikan kondisi lingkungan akuarium berdasarkan data yang diberikan oleh sensor. Berikut adalah penjelasan mengenai aktuator yang digunakan dalam sistem:

a. Pump Peristaltik

Pompa ini digunakan untuk menambahkan pupuk cair ke dalam akuarium secara otomatis berdasarkan penjadwalan dari modul RTC. Pemberian pupuk dilakukan satu kali dalam seminggu untuk memastikan tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup tanpa memerlukan pemantauan manual. Pompa akan menyala dalam durasi tertentu sesuai dengan volume pupuk yang dibutuhkan, kemudian mati secara otomatis setelah proses distribusi selesai.

Selain untuk penambahan nutrisi, pompa peristaltik juga digunakan untuk penyesuaian pH air secara otomatis. Sistem akan membaca nilai pH menggunakan sensor, dan jika berada di luar rentang ideal, pompa akan mengalirkan larutan penyesuai pH (asam atau basa) dengan volume tertentu untuk mengembalikan pH ke kondisi yang optimal.

b. Pemanas Akuarium (*Heater*)

Pemanas akuarium digunakan untuk menjaga suhu air agar tetap berada pada rentang yang ideal untuk tanaman Anubias Nana, yaitu sekitar 22°C hingga 28°C. Jika sensor suhu mendeteksi suhu yang lebih rendah dari batas yang telah ditentukan, pemanas akan menyala untuk menaikkan suhu air.

c. Sistem Pencahayaan LED

Sistem pencahayaan LED berfungsi untuk memberikan cahaya yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis. Dengan menggunakan sensor cahaya, sistem ini dapat menyesuaikan intensitas cahaya agar sesuai dengan kebutuhan tanaman. Pencahayaan yang terlalu rendah dapat menghambat *fotosintesis*, sementara pencahayaan yang terlalu tinggi dapat memicu pertumbuhan alga yang tidak diinginkan.

d. Kipas Pendingin

Jika sensor suhu mendeteksi bahwa suhu air terlalu tinggi, kipas pendingin akan mengalirkan udara untuk menurunkan suhu air agar tetap berada dalam rentang yang optimal bagi tanaman.

### 2.3 Kerangka Teori

Penelitian ini mengintegrasikan konsep *aquascape*, teknologi IoT untuk membangun sistem pengendalian kesehatan tanaman Anubias Nana secara otomatis. Berikut adalah kerangka teori yang mendasari penelitian:

1. Pemantauan Parameter Lingkungan:

- Suhu, pH, pencahayaan, dan pemberian pupuk merupakan parameter utama yang memengaruhi kesehatan Anubias Nana.
- Sensor suhu dan pH digunakan untuk memantau kondisi air secara *real-time*.

2. Implementasi IoT:

- Sistem IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian parameter melalui aplikasi Telegram.
- Data dari sensor dikirimkan ke platform IoT untuk diproses dan ditampilkan kepada pengguna.

3. Manajemen Nutrisi:

- Pemberian pupuk cair dilakukan secara otomatis berdasarkan kebutuhan nutrisi Anubias Nana.
- Sistem dapat mencegah kelebihan atau kekurangan nutrisi yang memicu pertumbuhan alga atau masalah kesehatan tanaman.

- c. Pada botol nutrisi akan di tambahkan sensor float switch agar tau jika nutrisi hamper habis, tujuannya untuk menghindari kehabisan cairan di botol.

Kerangka teori ini menjadi dasar dalam merancang sistem kendali otomatis untuk menjaga kesehatan dan keseimbangan ekosistem *aquascape*, khususnya bagi tanaman Anubias Nana.

## 2.4 Sistem Kendali Dan Parameter *Aquascape*

*Aquascape* yang sehat membutuhkan parameter lingkungan yang stabil, terutama dalam hal:

- a. Suhu optimal untuk Anubias Nana antara 22-28°C. Fluktuasi suhu yang ekstrem dapat menyebabkan stres pada tanaman.
- b. Kisaran pH yang ideal untuk Anubias Nana adalah 6,5-7,5. pH yang terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman.
- c. Pencahayaan Anubias Nana membutuhkan intensitas cahaya rendah hingga sedang, dengan durasi 6-8 jam per hari. Cahaya terlalu terang dapat memicu alga, sementara tanaman ini tetap toleran terhadap cahaya minim.
- d. Tanaman Anubias nana membutuhkan nutrisi yang berupa pupuk cair. Penggunaan pupuk ini dianjurkan secara rutin satu minggu sekali untuk mendapatkan hasil yang optimal untuk mendukung kesehatan dan pertumbuhan tanaman Anubias Nana (Rafi & Santoso, 2023).

Sistem kendali berbasis IoT menggunakan sensor untuk memantau parameter tersebut secara *real-time* dan mengontrolnya melalui aktuator sesuai kebutuhan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Pendekatan Penelitian**

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian rekayasa (engineering research), yaitu bentuk penelitian yang berfokus pada proses perancangan, pengembangan, dan implementasi sistem atau produk teknologi guna menjawab permasalahan spesifik. Dalam hal ini, sistem yang dirancang adalah sebuah sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) yang bertujuan untuk mendukung perawatan tanaman *Anubias Nana* dalam ekosistem *aquascape*.

Pendekatan yang digunakan adalah metode campuran dengan penekanan pada model penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D). Komponen kualitatif deskriptif digunakan pada tahap awal untuk menggali kebutuhan pengguna melalui observasi dan wawancara mulai dari penghobi ataupun budidaya tanaman anubias, sedangkan proses rekayasa dan pengujian sistem dilakukan secara sistematis sesuai tahapan R&D.

Data diperoleh dari studi literatur ilmiah, observasi langsung terhadap kondisi tanaman dan sistem *aquascape*, serta wawancara informal dengan pelaku usaha dan pengguna *aquascape*. Informasi tersebut digunakan sebagai dasar dalam:

- merancang spesifikasi teknis sistem,
- memilih komponen perangkat keras dan perangkat lunak,
- menyusun algoritma kontrol otomatisasi, serta
- mengintegrasikan seluruh komponen menjadi sistem yang utuh dan fungsional.

Sistem kemudian diuji melalui serangkaian pengujian fungsional dan pengamatan performa, untuk memastikan bahwa:

- logika kendali bekerja sesuai skenario,

- keputusan otomatis dapat diambil berdasarkan input sensor (pH dan suhu), dan
- semua aktuator (pompa, pemanas, kipas, dan LED) dapat beroperasi secara terkoordinasi.

Pada implementasi sistem, proses pemberian nutrisi cair ke dalam *aquascape* dilakukan secara otomatis berdasarkan penjadwalan waktu menggunakan modul Real Time Clock (RTC) DS3231. RTC ini mengatur sistem agar menyalurkan cairan nutrisi setiap hari Minggu pukul 07.00 pagi, dengan durasi penyaluran selama 10 detik menggunakan pompa peristaltik. Penjadwalan ini dirancang untuk mendekati kebutuhan optimal tanaman *aquascape* tanpa memerlukan intervensi manual dari pengguna.

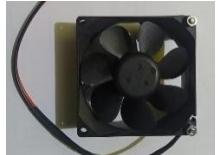
Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan solusi teknologi tepat guna yang praktis dan relevan terhadap kebutuhan pengguna *aquascape*, serta memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem otomatisasi berbasis IoT dalam bidang hortikultura air dan sistem perawatan tanaman berbasis mikroklimat terkontrol.

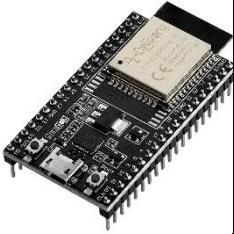
### **3.2 Bahan dan Perangkat Penelitian**

Pada penelitian ini, bahan dan perangkat yang digunakan untuk pengembangan sistem kendali berbasis *Internet of Things* (IoT) mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Bahan dan perangkat tersebut dirancang agar dapat mendukung proses perancangan sistem kendali tanaman *aquascape*. Berikut Bahan serta modul-modul yang akan digunakan dalam pembuatan alat ini yaitu :

Tabel 3. 1 Bahan dan Perangkat Penelitian

| Komponen | Spesifikasi                                 | Kegunaan   | Gambar  |
|----------|---|--|---|
| Akuarium | Pengujian dilakukan pada akuarium berukuran | Tempat utama bagi tanaman Anubias Nana untuk tumbuh.<br>Akuarium menyediakan |  |

|          |  |   |   |
|----------|--|---|---|
|          | 30 cm x 20 cm x 20 cm                    | habitat yang memungkinkan pengujian sistem kendali dalam skala nyata  |   |
| Sensor   | Sensor pH Analog (pH Module + Probe BNC) | Digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman air dalam akuarium  |    |
|          | Sensor suhu (DS18B20)                    | Mengukur suhu air dalam akuarium untuk menjaga suhu agar tetap dalam rentang yang optimal bagi tanaman Anubias Nana |    |
|          | Water Level Sensor float switch 9cm      | Mendeteksi cairan nutrisi pada botol, jika cairan hamper habis akan di kirimkan notifikasi                          |   |
| Akulator | Peristaltik Pump Dosing 5V               | Mengalirkan cairan secara presisi (nutrisi, pH up, atau pH down) ke dalam akuarium dengan akurasi presisi           |  |
|          | Kipas 8x8cm 12Volt dc                    | Untuk menurunkan suhu air agar tetap berada dalam rentang yang optimal  |  |

|                |   |  |   |
|----------------|---|--|---|
|                | Heater RKC-<br>25W/220V -50Hz   | Untuk menjaga suhu air agar tetap berada pada rentang yang ideal                         |    |
|                | LED Kandila S 200<br>RGB, 10W/220V -<br>50Hz                          | memberikan cahaya yang dibutuhkan tanaman untuk fotosintesis                             |    |
| Mikrokontroler | ESP32 Devkit V4   | Otak dari sistem kendali yang berfungsi untuk memproses data dari sensor-sensor yang ada |    |
| RTC            | Modul Real Time Clock (RTC)<br>DS3231N (RTC)                          | Penjadwalan otomatis untuk lampu dan nutrisi   |    |
| Relay          | Relay 5V 6 Chanel,<br>Output 125 - 250VAC / 28 - 30VDC 10A            | Digunakan untuk mengontrol perangkat listrik yang lebih besar                            |  |
| Step Up        | XL6009 DC-DC (Step Up)  | Untuk meningkatkan tegangan dari adaptor 5V ke Kipas 12V                                 |  |
| Buzzer/Alarm   | Buzzer DC 5V/30 mA, Frekuensi Resonansi: 2600 Hz Dimensi: 12 x 7.5 mm | Memeberikan alarm suara saat cairan dibotol hamper habis                                 |  |

|                 |  |   |   |
|-----------------|--|---|---|
| Adaptor         | Adaptor 5V 4A                                    | Sebagai sumber daya utama dalam sistem  |    |
| Breadboard      | Breadboard                                       | Sebagai tempat menghubungkan rangkaian elektronik   |    |
| Kabel           | Kabel Jumper                                     | Untuk menghubungkan antar komponen  |    |
|                 | Kabel data Micro USB                             | Untuk menghubungkan Mikrokontroler dengan laptop  |    |
| LCD             | LCD OLED 1,3 inch 128×64 White I2C Serial Module | digunakan untuk menampilkan informasi mengenai kondisi parameter lingkungan secara langsung |   |
| Lampu Indikator | LED 5volt 5mm (Merah,Kuning, Hijau)              | Indikator status  |  |
| Resistor        | Resistor 4,7K                                    | Digunakan sebagai resistor pull-up pada sensor DS18B20, memberikan stabilitas sinyal        |  |
|                 | Resistor 220 Ohm                                 | Berfungsi untuk membatasi arus yang mengalir ke LED   |  |

|             |   |   |   |
|-------------|---|---|---|
|             |   | 5V 5mm<br>(Merah,Kuning, Hijau)   |   |
| Enclosure   | Kotak Pelindung menggunakan bahan plastik   | Enclosure digunakan untuk melindungi semua komponen elektronik dari paparan air                     |    |
| Laptop      | HP 14s-fq1135AU<br>AMD Ryzen™ 5 5500U Windows 11, Ram 16 GB SSD 512 GB                  | Digunakan untuk pemrograman mikrokontroler, pemantauan data sensor dan menguji sistem dapat bekerja |    |
| Smartphone  | Vivo Z1pro<br>Android 9.0<br><i>Processor</i><br>Snapdragon 712<br>Ram 4GB Internal 6GB | Untuk percobaan bot Telegram  |    |
| Arduino IDE | Software Arduino IDE v2.3.6   | Alat utama untuk mengembangkan proyek menggunakan papan mikrokontroler ESP32                        |  |
| Telegram    | Aplikasi Telegram v11.11.0  | Digunakan untuk memungkinkan komunikasi antara sistem kendali IoT dan pengguna                      |  |

### **3.3 Objek Penelitian**

Objek penelitian ini adalah sebuah akuarium berukuran 30 cm x 20 cm x 20 cm yang digunakan untuk menciptakan *aquascape* guna perawatan tanaman Anubias Nana. Penelitian dilakukan pada *aquascape* dengan tanaman anubias nana sebagai objek utama. Peralatan pendukung seperti sensor suhu dan sistem kendali berbasis IoT, hingga penyesuaian kondisi lingkungan yang diperlukan oleh tanaman Anubias Nana. Seluruh proses ini dilakukan dengan tujuan menciptakan sistem yang dapat menjaga stabilitas suhu, nutrisi, dan kesehatan tanaman secara optimal. Penelitian ini juga memastikan bahwa setiap komponen dalam sistem bekerja sesuai kebutuhan tanaman untuk mendukung pertumbuhan yang baik dalam lingkungan akuarium yang terkontrol.

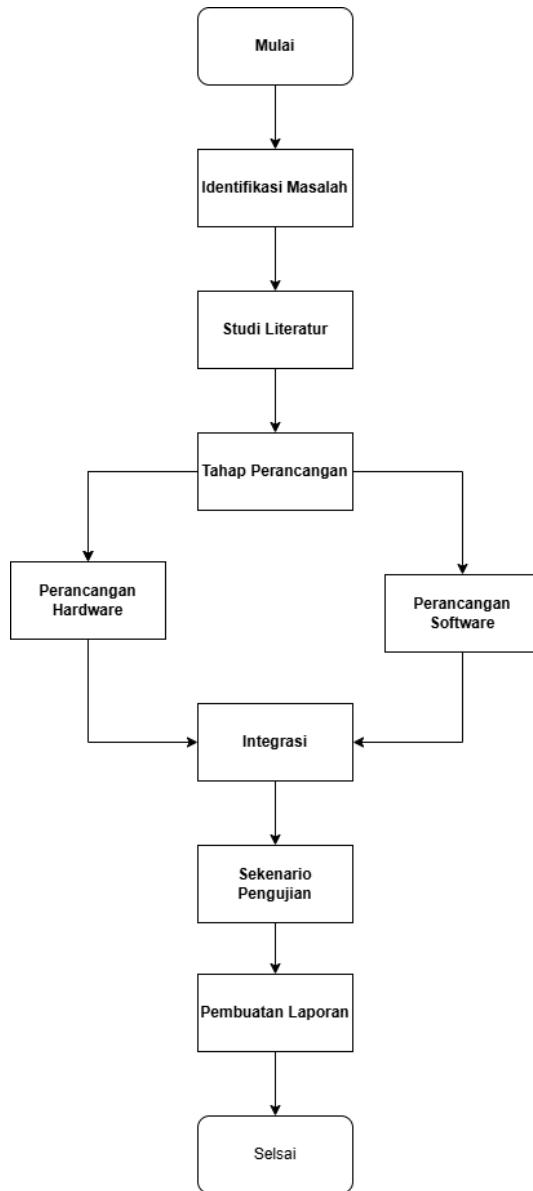


Gambar 3. 1 *Aquascape* Tanaman Anubias Nana

### **3.4 Tahap Perancangan**

Tahap perancangan dilakukan setelah semua data yang diperlukan terkumpul, dimulai dari identifikasi masalah hingga studi literatur dan pengumpulan data dari berbagai sumber. Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan sistem untuk memastikan bahwa sistem yang dirancang dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan tujuan penelitian. Dengan perencanaan yang cermat, sistem yang dihasilkan diharapkan mampu mencapai kinerja terbaik dalam mendukung perawatan tanaman *aquascape*. Tahapan penelitian yang dilakukan dalam merancang sistem ini dapat

dilihat pada gambar diagram 3.1. Diagram ini menunjukkan alur kerja penelitian mulai dari tahap awal hingga tahap akhir dalam proses perancangan sistem.



Gambar 3. 2 Tahapan penelitian

Banyaknya masalah yang sering dialami oleh penghobi *aquascape*, dari munculnya alga pada permukaan daun akibat ketidakseimbangan cahaya dan nutrisi seperti ketidakseimbangan pencahayaan, pemberian nutrisi yang tidak tepat, pH air

yang berlebihan, serta fluktuasi suhu air, mendorong kebutuhan akan teknologi otomatisasi. Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem kendali berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol parameter penting yaitu pencahayaan, suhu air, pH, dan pemberian nutrisi cair. Selain itu, pengontrolan suhu dan kualitas air juga perlu diperhatikan untuk meningkatkan kesehatan dan perawatan. Pengendalian suhu dilakukan secara otomatis menggunakan kipas pendingin yang diaktifkan atau dinonaktifkan berdasarkan hasil pengukuran sensor. Rentang suhu normal pada *aquascape* adalah antara 22°C hingga 28°C, dan lampu juga dapat diatur untuk menggantikan sinar matahari selama 6-8 jam.

Sistem yang dirancang tidak hanya bersifat otomatis, tetapi juga dapat dimonitoring secara *real-time* melalui perangkat berbasis Android menggunakan aplikasi Telegram. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat memantau parameter penting seperti pH air, suhu, dan kadar nutrisi, serta mengatur fungsi otomatis sesuai kebutuhan tanaman Anubias Nana. Dalam sistem ini, fitur monitoring memberikan fleksibilitas bagi pengguna untuk memeriksa kondisi akuarium kapan saja dan di mana saja selama perangkat terhubung dengan internet. Sementara itu, fitur otomatisasi memastikan bahwa parameter lingkungan tetap stabil tanpa membutuhkan pengawasan manual yang intensif.

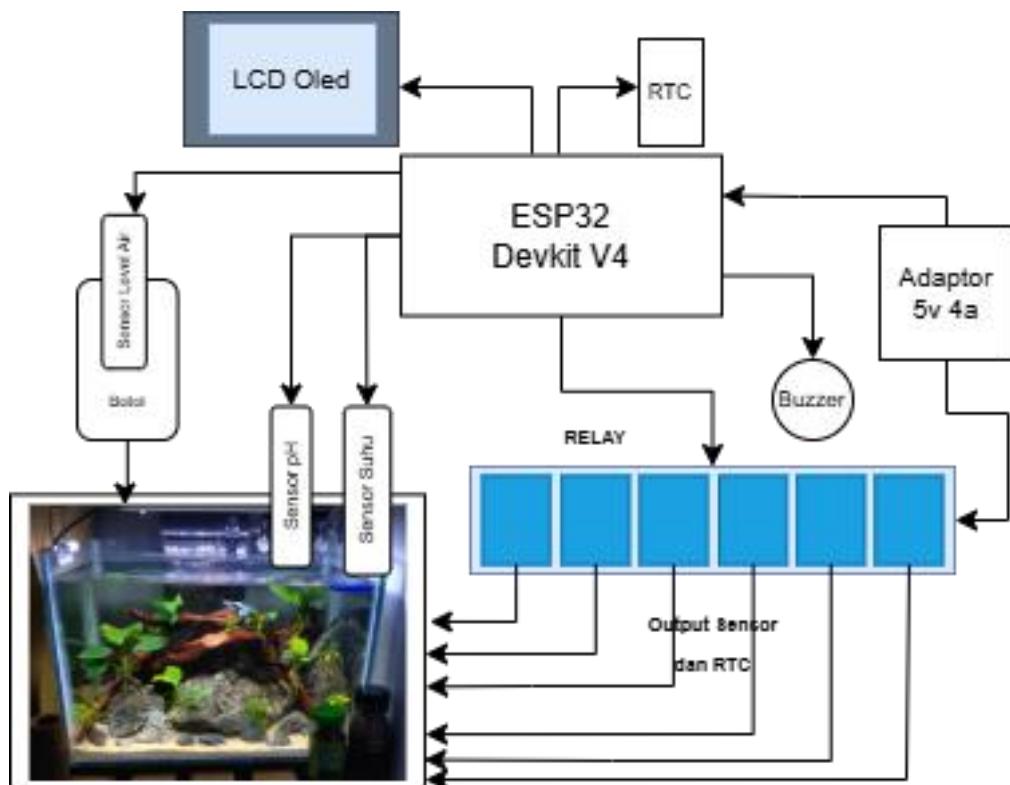
Keunggulan sistem ini adalah kemampuan monitoring dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi Telegram. Dengan memanfaatkan koneksi internet, pengguna dapat mengakses informasi *real-time* mengenai kondisi *aquascape* dan mengendalikan sistem dari mana saja. Berikut adalah rincian perencanaan sistem yang akan diterapkan:

1. Sistem ini berjalan secara otomatis untuk menjaga parameter *aquascape* sesuai kebutuhan tanaman Anubias Nana.
2. Nutrisi tanaman diberikan secara otomatis sesuai jadwal dan kebutuhan tanaman, begitu juga suhu air dan pH dikendalikan secara otomatis sesuai keadaan untuk mendukung kesehatan yang optimal,

3. Sistem memantau nutrisi, pH, suhu, dan kualitas air secara *real-time*, memastikan stabilitas parameter untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman.
4. Pengguna dapat mengakses sistem melalui aplikasi Telegram di smartphone Android untuk memantau kondisi *aquascape*, menerima notifikasi jika cairan nutrisi habis atau alat bermasalah, serta meminta data *real-time* atau mengontrol perangkat, seperti menyalakan lampu LED, sesuai kebutuhan.

Dengan pendekatan ini, diharapkan sistem yang dirancang tidak hanya efisien tetapi juga mudah digunakan oleh penghobi *aquascape*, sehingga perawatan tanaman Anubias Nana menjadi lebih praktis dan efektif.

### 3.4.1 Perancangan Sistem



Gambar 3. 3 Blok Model Perancangan

Alur Kerja Sistem :

1. Sensor

- a. Sensor pH: Mengukur tingkat keasaman air dan mengirim data ke NodeMCU.
  - b. Sensor Suhu: Memantau suhu air agar tetap dalam kisaran optimal (22-28°C).
  - c. Sensor Float Switch: Di gunakan untuk mengukur cairan pada botol nutrisi dan dua botol penyesuaian pH.
2. ESP32 Devkit V4 (Pusat Kendali)
3. Relay Modul

Relay modul mengontrol perangkat berikut berdasarkan perintah dari ESP32:

  - a. Kipas: Diaktifkan jika suhu terlalu tinggi.
  - b. Heater: Diaktifkan jika suhu terlalu rendah.
  - c. Pump Peristaltik : Diaktifkan untuk menambahkan pupuk cair berdasarkan jadwal yang di atur RTC dan penyesuaian pH berdasarkan output.
  - d. Lampu LED: Diatur untuk menyala selama 8 jam per hari sesuai kebutuhan pencahayaan tanaman.
4. Power Supply

Semua komponen mendapatkan daya dari sumber daya ini.
5. LCD

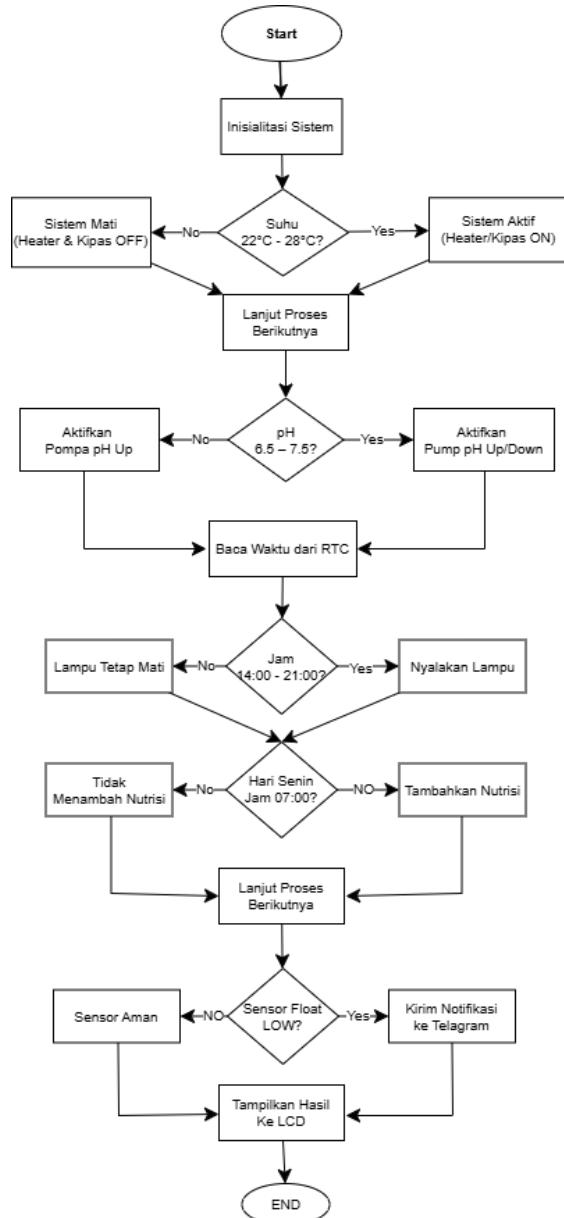
Menampilkan data sensor (suhu, pH) dan status perangkat secara langsung untuk pemantauan lokal.
6. Daya Listrik

Penggunaan daya listrik untuk menjalankan system ini terbagi menjadi dua arah, yang pertama menggunakan adaptor 5v untuk arus dc, dan yang kedua menggunakan langsung dari colokan Listrik untuk arus
7. *Aquascape* dengan Tanaman Anubias Nana

Semua perangkat dan kendali difokuskan untuk menjaga lingkungan *aquascape* optimal bagi pertumbuhan tanaman Anubias Nana.

### 3.4.2 Flowchart

*Flowchart* merupakan suatu jenis diagram yang merepresentasikan algoritma atau langkah-langkah instruksi yang berurutan dalam sistem(Rosaly & Prasetyo, 2019). Berikut ini adalah *flowchart* yang menggambarkan alur proses pada sistem perawatan tanaman *aquascape* Anubias Nana berbasis IoT



Gambar 3. 4 Flowchart Proses Sistem

## Flowchart Sistem Kendali Pemeliharaan Tanaman Anubias Nana Berbasis IoT

### 1. Start

Proses dimulai ketika sistem dinyalakan. Ini menandai awal dari seluruh operasi sistem pemeliharaan tanaman.

### 2. Inisialisasi Sistem

Pada tahap ini, perangkat melakukan proses inisialisasi, termasuk koneksi ke jaringan WiFi dan aktivasi awal semua sensor dan aktuator yang terlibat.

### 3. Pembacaan Sensor Suhu

Sistem membaca suhu air dari sensor suhu.

- Jika suhu berada dalam rentang 22°C – 28°C, maka sistem mengaktifkan heater atau kipas sesuai kebutuhan (berdasarkan suhu real-time).
- Jika suhu berada di luar rentang tersebut, maka heater dan kipas tidak diaktifkan.

### 4. Pembacaan Sensor pH

Sistem melanjutkan ke pembacaan pH air menggunakan sensor pH analog.

- Jika nilai pH berada dalam rentang 6.5 – 7.5, maka sistem tidak melakukan aksi koreksi.
- Jika nilai pH di luar rentang tersebut, maka sistem akan mengaktifkan pompa pH Up atau pH Down sesuai kondisi yang terdeteksi.

### 5. Pembacaan Waktu dari RTC

Sistem membaca waktu saat ini dari modul RTC (Real Time Clock) untuk melakukan aksi berdasarkan jadwal harian yang telah ditentukan.

### 6. Penjadwalan Lampu

- Jika waktu berada antara pukul 14:00 – 21:00, maka sistem menyalakan lampu akuarium.
- Di luar waktu tersebut, lampu tetap dalam kondisi mati untuk menyesuaikan siklus alami siang dan malam tanaman.

### 7. Penjadwalan Penambahan Nutrisi

- Jika waktu menunjukkan hari Senin pukul 07:00, maka sistem akan mengaktifkan pompa nutrisi secara otomatis.
- Jika tidak, maka tidak ada penambahan nutrisi yang dilakukan.

## 8. Pemeriksaan Level Air (Float Switch)

Sistem memeriksa level cairan pada botol nutrisi menggunakan sensor pelampung.

- Jika level cairan rendah (LOW), maka sistem mengaktifkan buzzer dan mengirim notifikasi melalui Telegram kepada pengguna.
- Jika level cairan normal (HIGH), maka sistem menyatakan kondisi aman dan melanjutkan proses.

## 9. Tampilan Output ke LCD

Semua data dan status dari sensor serta hasil kontrol akan ditampilkan pada layar OLED/LCD agar pengguna dapat melihat kondisi sistem secara langsung.

## 10. End

Menunjukkan akhir dari satu siklus proses. Sistem akan terus berjalan secara loop selama perangkat aktif untuk memantau dan mengontrol parameter akuarium secara otomatis.

Tabel 3. 2 Pengontrolan Parameter

| No | Parameter         | Optimal           | Kondisi dan Tindakan Otomatis   |
|----|-------------------|-------------------|---|
| 1  | Suhu Air          | 22°C - 28°C       | - Jika $> 28^{\circ}\text{C}$ , kipas menyala.<br>- Jika $< 22^{\circ}\text{C}$ , heater menyala.   |
| 2  | pH Air            | 6,5 – 7,5         | - Jika pH $< 6,5$ , pompa larutan Natrium Bikarbonat menyala.<br>- Jika pH $> 7,5$ , pompa larutan Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) menyala. |
| 3  | Pencahayaan       | 7 jam per hari    | - Jika waktu 14.00, lampu menyala otomatis.<br>- Jika waktu 21.00, lampu mati otomatis.   |
| 4  | Pemberian Nutrisi | 1 kali per minggu | - Jika waktu menunjukkan hari Senin, pompa nutrisi menyala selama 5ml atau 6 detik untuk menambahkan pupuk cair.                                    |

### **3.5 Perancangan Software**

1. Aplikasi Telegram digunakan untuk memungkinkan komunikasi antara sistem kendali IoT dan pengguna. Dengan aplikasi ini, pengguna bisa memantau kondisi akuarium dan mengontrol perangkat dari jarak jauh. Seperti suhu yang terlalu tinggi atau rendah, pH yang tidak stabil, atau kebutuhan untuk menambahkan pupuk cair. Selain itu, aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur parameter atau menonaktifkan/menyalakan perangkat tertentu dari jarak jauh, meningkatkan kenyamanan dan fleksibilitas dalam merawat tanaman. Dalam sistem ini, Telegram berfungsi untuk:
  - a. Notifikasi otomatis: Mengirimkan pesan kepada pengguna jika terjadi masalah pada sistem, seperti cairan nutrisi habis atau alat mengalami kerusakan.
  - b. Permintaan informasi *real-time*: Pengguna dapat meminta data seperti pH air, suhu air, dan tingkat nutrisi melalui bot Telegram.
  - c. Kontrol perangkat: Telegram memungkinkan pengguna mengontrol perangkat tertentu, seperti menyalakan atau mematikan lampu LED dari jarak jauh.
  - d. Cara kerja: Modul ESP8266 pada sistem terhubung dengan internet dan menggunakan API Telegram untuk berkomunikasi dengan bot. Bot menerima perintah pengguna dan mengirimkan respons berdasarkan data dari sistem.



Gambar 3. 5 Logo Telegram

### **2. Arduino IDE**

Arduino IDE adalah perangkat lunak utama untuk menulis dan mengunggah kode ke mikrokontroler Arduino yang menjadi pusat kendali sistem. Arduino IDE

digunakan untuk menulis program berbasis bahasa C/C++ yang diunggah ke mikrokontroler. Program ini memungkinkan Arduino untuk menjalankan fungsi otomatisasi sesuai kebutuhan sistem *aquascape*. Peran dalam sistem:

- a. Membaca data dari sensor pH, suhu, cahaya, dan nutrisi (TDS).
- b. Mengontrol actuator pompa air, kipas pendingin, pemanas, dan lampu LED.
- c. Mengirimkan data sensor ke bot Telegram melalui modul WiFi (ESP8266).
- d. Mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat keras secara otomatis berdasarkan logika kontrol untuk menjaga stabilitas parameter air.



Gambar 3. 6 Logo Arduino IDE

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Gambaran Umum**

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah sistem kendali otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang telah berhasil dibangun dan berfungsi dengan baik untuk menunjang proses perawatan tanaman Anubias Nana pada media *aquascape* air tawar. Sistem ini dirancang untuk bekerja secara otomatis dan terintegrasi, dengan memanfaatkan kombinasi antara sensor, aktuator, serta modul penjadwalan waktu guna mengelola kondisi lingkungan *aquascape* secara optimal tanpa memerlukan pengawasan manual secara terus-menerus.

Sistem dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 Devkit V4 sebagai pusat pengendali utama. Mikrokontroler ini mengatur seluruh perangkat berdasarkan input dari sensor dan logika kontrol yang ditanamkan melalui pemrograman. Sistem mampu melakukan monitoring suhu dan pH air secara real-time, serta mengatur kinerja pompa, pemanas, kipas pendingin, dan lampu LED secara otomatis berdasarkan parameter lingkungan serta jadwal yang telah ditentukan. Untuk pemantauan suhu air, digunakan sensor digital DS18B20, sedangkan untuk mengukur tingkat keasaman air digunakan sensor pH analog. Kedua sensor ini terhubung langsung ke mikrokontroler dan telah berfungsi sesuai dengan perannya dalam sistem. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan melalui layar OLED 1.3 inch, sehingga pengguna dapat memantau kondisi sistem secara langsung.

Nilai suhu dan pH yang terbaca oleh sensor digunakan sebagai acuan sistem dalam mengaktifkan aktuator secara otomatis, seperti pemanas (heater), kipas pendingin, dan pompa peristaltik untuk penyesuaian pH (pH up/down). Dengan demikian, kondisi air dalam akuarium dapat dijaga agar tetap berada dalam rentang optimal.

Selain itu, sistem dilengkapi dengan modul RTC DS3231 yang berfungsi untuk mengatur jadwal penyalaan dan pemadaman lampu LED serta pemberian nutrisi cair melalui pompa peristaltik secara terjadwal. Fungsi koreksi pH juga dilakukan secara otomatis apabila nilai pH terdeteksi berada di luar rentang ideal, yaitu 6.5–7.5. Seluruh aktuator dikendalikan oleh modul relay 4-channel yang terhubung langsung dengan mikrokontroler, memungkinkan pengendalian perangkat listrik secara otomatis dan akurat sesuai dengan kondisi lingkungan dan jadwal yang telah ditetapkan.



Gambar 4. 1 Umum Sistem ke Akuarium

#### 4.1.1 Proses Perakitan Alat

Proses perakitan fisik sistem dilakukan setelah seluruh komponen yang dirancang telah tersedia dan ditentukan konfigurasi koneksinya. Tujuan dari proses ini adalah membangun sistem IoT perawatan tanaman Anubias Nana yang terintegrasi, fungsional, dan sesuai dengan logika kerja yang telah dirancang sebelumnya.



Gambar 4. 2 Alat

Pada tahap awal ini dilakukan dengan memastikan setiap komponen sistem terkoneksi secara tepat dan stabil dengan mikrokontroler utama. Dalam hal ini, ESP32 Devkit V4 berperan sebagai pusat kendali yang mengoordinasikan seluruh sensor dan aktuator berdasarkan rancangan sistem. Konektivitas antar komponen diatur berdasarkan kebutuhan fungsional dan karakteristik sinyal, baik digital maupun analog. Pengaturan ini mencakup pemilihan pin GPIO yang sesuai, penyesuaian tegangan kerja, serta penempatan jalur komunikasi data seperti I2C. Pendekatan ini dilakukan untuk menjamin setiap komponen dapat beroperasi tanpa gangguan dan mendukung proses kendali otomatis secara menyeluruh. Rincian alokasi pin GPIO yang digunakan dalam sistem disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 4. 1 Alokasi Pin GPIO pada Sistem

| Komponen            | Tipe Pin ESP32 | GPIO    |
|---------------------|----------------|---------|
| Sensor Suhu DS18B20 | Digital        | GPIO 4  |
| Sensor pH Analog    | Analog         | GPIO 34 |
| Relay Kipas         | Digital Output | GPIO 32 |
| Relay Heater        | Digital Output | GPIO 33 |
| Relay pH Up         | Digital Output | GPIO 25 |
| Relay pH Down       | Digital Output | GPIO 26 |
| Relay Lampu         | Digital Output | GPIO 18 |
| Relay Nutrisi       | Digital Output | GPIO 5  |

|                                 |                    |             |
|---------------------------------|--------------------|-------------|
| Sensor Level Air (Float Switch) | Digital Input      | GPIO 19     |
| Buzzer                          | Digital Output     | GPIO 23     |
| LED Merah                       | Digital Output     | GPIO 13     |
| LED Kuning                      | Digital Output     | GPIO 14     |
| LED Hijau (indikator aktif)     | Langsung ke GND/5V | —           |
| RTC DS3231 (I2C)                | SDA/SCL            | GPIO 21, 22 |
| OLED 1.3" I2C                   | SDA/SCL            | GPIO 21, 22 |

Catatan: Karena OLED dan RTC menggunakan antarmuka I2C, maka keduanya dihubungkan pada pin SDA (GPIO 21) dan SCL (GPIO 22) secara paralel.

#### 4.1.2 Integrasi Antar Komponen

Integrasi antar komponen merupakan tahap penting dalam memastikan seluruh perangkat keras dapat beroperasi sebagai satu kesatuan sistem kendali otomatis. Proses ini mencakup konfigurasi koneksi antar sensor, aktuator, modul komunikasi, dan mikrokontroler berbasis ESP32.

##### 1. Koneksi Sensor ke Mikrokontroler

- a. Sensor suhu DS18B20 dikonfigurasi menggunakan protokol komunikasi One-Wire, dan dihubungkan melalui pin digital (misalnya pin GPIO15). Sensor ini memerlukan resistor pull-up  $4.7\text{k}\Omega$  untuk memastikan sinyal data tetap stabil.
- b. Sensor pH analog terhubung ke pin analog (misalnya GPIO36/A0), dengan pembacaan tegangan sebagai representasi nilai pH air dalam *aquascape*.
- c. Sensor level air (float switch) ditempatkan pada wadah pH Up, pH Down, dan nutrisi. Sensor ini dihubungkan ke pin digital (misalnya GPIO13, GPIO14, GPIO27), dan bekerja berdasarkan logika HIGH/LOW untuk mendeteksi kondisi cairan.

##### 2. Koneksi Aktuator ke Mikrokontroler

- a. Modul Relay 6 Channel digunakan sebagai pengendali beban output. Setiap channel relay dihubungkan ke pin digital untuk mengendalikan:

- Kipas Pendingin (12V)
  - Heater (220V)
  - Pompa peristaltic pH up (5V)
  - Pompa peristaltic pH down (5V)
  - Pompa peristaltik (5V)
  - Lampu LED (220V)
- b. Relay dikendalikan menggunakan logika aktif-LOW, sehingga sistem dapat mengaktifkan aktuator berdasarkan hasil pembacaan sensor dan logika program.

#### 3. Komunikasi I2C

- a. Komponen RTC DS3231 dan OLED Display 1.3 inch menggunakan komunikasi I2C untuk transfer data secara serial. Konfigurasi pin meliputi:
  - SDA → GPIO21
  - SCL → GPIO22
- b. RTC digunakan sebagai dasar penjadwalan sistem, sedangkan OLED menampilkan status dan informasi terkini dari sensor maupun proses sistem.

#### 4. Indikator Visual dan Audio

- a. LED indikator (merah, kuning, hijau) dihubungkan ke pin digital untuk memberikan informasi status sistem:
  - LED merah menandakan kegagalan sistem.
  - LED kuning menunjukkan proses sedang berlangsung.
  - LED hijau menunjukkan sistem dalam keadaan normal.
- b. Buzzer berfungsi sebagai alarm jika terjadi kondisi kritis, seperti cairan habis atau pH di luar ambang batas.

#### 5. Manajemen Daya

- a. Sistem menggunakan adaptor 5V 4A sebagai sumber daya utama.
- b. Regulator step-up (5V ke 12V) digunakan untuk mendukung operasi kipas.
- c. Lampu dan heater menggunakan daya langsung ke Listrik, karena membutuhkan tegangan 220VAC
- d. Distribusi daya dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan tegangan dan arus dari masing-masing komponen, guna mencegah over-voltage atau under-supply.

## 4.2 Implementasi Perangkat Lunak Mikrokontroler

Perangkat lunak mikrokontroler merupakan bagian penting yang menjadi otak dari seluruh sistem kendali otomatis pada *aquascape*. Implementasi perangkat lunak ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman C++ pada platform Arduino IDE, yang kemudian ditanamkan ke dalam mikrokontroler ESP32 Devkit V4. Program dirancang untuk mengatur seluruh proses kendali berdasarkan pembacaan sensor, waktu dari modul RTC, serta logika pengambilan keputusan yang telah ditentukan.

Struktur program secara keseluruhan mencakup inisialisasi komponen, pengaturan jaringan WiFi, komunikasi dengan Telegram, pembacaan sensor suhu, sensor pH, sensor level air, pengaturan waktu melalui RTC, kendali aktuator (relay, buzzer, LED), dan tampilan informasi melalui layar OLED. Perangkat lunak ini juga mendukung fitur kontrol waktu berbasis RTC dan komunikasi dua arah melalui platform Telegram.

### 4.2.1 Struktur Program Utama

Struktur program utama dibagi menjadi dua bagian penting, yaitu:

- a. `Setup()`

Fungsi `setup()` dieksekusi sekali saat pertama kali mikrokontroler dinyalakan.

Pada bagian ini, seluruh pin GPIO dikonfigurasi sebagai input atau output sesuai dengan fungsinya. Selain itu, koneksi WiFi diinisialisasi, RTC mulai

dijalankan, serta seluruh komponen seperti sensor, OLED, dan bot Telegram diinisialisasi agar siap digunakan.

```

77
78 void setup() {
79   Serial.begin(115200);
80   WiFi.begin(ssid, password);
81   client.setInsecure();
82   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
83     delay(500);
84     Serial.print(".");
85   }
86   Serial.println("Wifi Connected");
87
88 // === PINMODE ===
89 pinMode(RELAY_KIPAS, OUTPUT);
90 pinMode(RELAY_HEATER, OUTPUT);
91 pinMode(RELAY_PH_UP, OUTPUT);
92 pinMode(RELAY_PH_DOWN, OUTPUT);
93 pinMode(RELAY_LAMPU, OUTPUT);
94 pinMode(RELAY_NUTRISI, OUTPUT);
95 pinMode(BUZZER, OUTPUT);
96 pinMode(SENSOR_LEVEL, INPUT_PULLUP);
97 pinMode(LED_MERAH, OUTPUT);
98 pinMode(LED_KUNING, OUTPUT);
99
100 digitalWrite(RELAY_KIPAS, HIGH);
101 digitalWrite(RELAY_HEATER, HIGH);
102 digitalWrite(RELAY_PH_UP, HIGH);
103 digitalWrite(RELAY_PH_DOWN, HIGH);
104 digitalWrite(RELAY_LAMPU, HIGH);
105 digitalWrite(RELAY_NUTRISI, HIGH);
106 digitalWrite(LED_KUNING, LOW);
107 digitalWrite(LED_MERAH, LOW);

```

Gambar 4. 3 Setup

#### b. Loop()

Fungsi loop() berjalan secara terus-menerus setelah setup() selesai. Seluruh logika kendali seperti pembacaan suhu dan pH, penjadwalan RTC, pengendalian relay, notifikasi Telegram, dan pembaruan tampilan OLED diproses dalam fungsi ini. Program disusun dengan interval pembacaan tertentu pada masing-masing sensor untuk memastikan efisiensi dan stabilitas sistem.

```

129 void loop() {
130   sensors.requestTemperatures();
131   float suhu_raw = sensors.getTempByIndex(0);
132   float offset = 0.28; // Kalibrasi offset, kurangi 0,3 supaya sesua
133   float suhu = suhu_raw - offset;
134
135 // === LOGIKAI SENSOR SUHU ===
136   if (suhu < 22) {
137     digitalWrite(RELAY_HEATER, LOW);
138     digitalWrite(RELAY_KIPAS, HIGH);
139   } else if (suhu > 28) {
140     digitalWrite(RELAY_KIPAS, LOW);
141     digitalWrite(RELAY_HEATER, HIGH);
142   } else if (suhu >= 27.5 && suhu <= 27.5) {
143     digitalWrite(RELAY_KIPAS, HIGH);
144     digitalWrite(RELAY_HEATER, HIGH);
145   }
146
147 // === LOGIKAI SENSOR PH ===
148   if (!koreksiPHatif && (millis() - lastPHReadTime >= intervalPH)) {
149     lastPHReadtime = millis();
150
151     int sensorValue = analogRead(SENSOR_PH);
152     float voltage = (sensorValue / 4095.0) * 3.3;
153     float pH = 7 + ((2.5 - voltage) / 0.18); // kalibrasi sesuai sensor
154
155     nilaiPH = pH; // simpan untuk tampilan
156
157     if (pH < 6.5) {
158       digitalWrite(RELAY_PH_UP, LOW); // aktif LOW
159       waktuKoreksiPH = millis();
160     }

```

Gambar 4. 4 Loop

#### 4.2.2 Logika Pengendalian Suhu

Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk memantau suhu air dalam sistem *aquascape*. Rentang suhu ideal yang ditetapkan adalah 22°C hingga 28°C. Pembacaan suhu dilakukan secara berkala setiap 2 detik. Pengendalian dilakukan secara otomatis berdasarkan pembacaan suhu dari sensor DS18B20 yang memiliki tingkat akurasi tinggi dan komunikasi digital satu kawat (one-wire).

Logika pengendalian suhu bekerja sebagai berikut:

- Jika suhu  $< 22^{\circ}\text{C}$  → Heater diaktifkan (ON)
- Jika suhu  $> 28^{\circ}\text{C}$  → Kipas diaktifkan (ON)
- Jika suhu berada pada rentang  $22,5^{\circ}\text{C} - 27,5^{\circ}\text{C}$  → Heater dan kipas dimatikan (OFF)

Sistem menggunakan prinsip histeresis dengan rentang  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  di sekitar batas suhu ideal untuk mencegah perangkat menyala-mati terlalu cepat akibat perubahan suhu kecil yang terjadi secara alami.

Dengan rincian sebagai berikut:

- Heater akan dinonaktifkan ketika suhu naik dan mencapai  $\geq 22,5^{\circ}\text{C}$
- Kipas akan dinonaktifkan ketika suhu turun dan mencapai  $\leq 27,5^{\circ}\text{C}$

Dengan penerapan histeresis ini, sistem menjadi lebih stabil, mengurangi konsumsi daya, serta memperpanjang usia pakai perangkat.

```
void loop() {
    sensors.requestTemperatures();
    float suhu_raw = sensors.getTempCByIndex(0);
    float offset = 0.28; // kalibrasi offset
    float suhu = suhu_raw - offset;

    // === LOGIKA SENSOR SUHU ===
    if (suhu < 22) {
        digitalWrite(RELAY_HEATER, LOW);
        digitalWrite(RELAY_KIPAS, HIGH);
    } else if (suhu > 28) {
        digitalWrite(RELAY_KIPAS, LOW);
        digitalWrite(RELAY_HEATER, HIGH);
    } else if (suhu >= 22.5 && suhu <= 27.5) {
        digitalWrite(RELAY_KIPAS, HIGH);
        digitalWrite(RELAY_HEATER, HIGH);
    }
}
```

Gambar 4. 5 Source Code Suhu

### 4.2.3 Logika Pengendalian pH

Pengendalian pH dilakukan secara otomatis berdasarkan pembacaan sensor pH analog yang dihubungkan ke pin ADC mikrokontroler ESP32. Pembacaan sensor dilakukan secara berkala untuk memantau tingkat keasaman atau kebasaan air pada *aquascape*. Nilai yang dibaca oleh sensor berupa tegangan analog kemudian dikonversi menjadi nilai pH menggunakan rumus kalibrasi berikut:

$$\text{pH} = 7 + ((2.5 - V) / 0.18)$$

(*V merupakan tegangan hasil pembacaan sensor dari ADC 12-bit ESP32 dengan referensi 3.3V*)

Nilai pH yang telah dikonversi kemudian digunakan untuk menentukan aksi pengendalian yang diperlukan, sesuai dengan kondisi berikut:

- Rentang pH Ideal: 6.5 – 7.5

Sistem mempertahankan nilai pH dalam rentang ini untuk mendukung kondisi optimal bagi tanaman Anubias Nana.

- Interval Pembacaan Normal: setiap 2 detik

Interval ini digunakan untuk melakukan pembacaan sensor saat nilai pH berada dalam rentang ideal.

Logika Pengendalian:

- Jika  $\text{pH} < 6.5$ :

Sistem akan mengaktifkan relay pH Up untuk menyalaikan pompa peristaltik yang menambahkan larutan penambah pH (pH Up) selama 6 detik. Koreksi ini bertujuan untuk menaikkan nilai pH ke dalam rentang ideal.

- Jika  $\text{pH} > 7.5$ :

Sistem akan mengaktifkan relay pH Down untuk menyalaikan pompa peristaltik yang menambahkan larutan penurun pH (pH Down) selama 6 detik. Koreksi ini dilakukan untuk menurunkan pH air ke dalam rentang yang ditentukan.

- Jika  $6.5 \leq \text{pH} \leq 7.5$ :

Sistem tidak melakukan koreksi, dan semua relay pengendali pH berada dalam keadaan OFF.

Interval Koreksi dan Penundaan (Delay Koreksi):

Setiap kali terjadi aksi koreksi (baik pH Up atau pH Down), sistem akan mengubah interval pembacaan menjadi 300.000 milidetik (5 menit). Hal ini bertujuan untuk memberikan waktu agar larutan yang ditambahkan tercampur sempurna di dalam air sebelum sistem membaca kembali nilai pH. Ini juga berfungsi untuk menghindari koreksi berulang atau over-koreksi yang dapat membuat sistem tidak stabil. Setelah hasil pembacaan kembali berada dalam rentang ideal, interval pengukuran akan otomatis dikembalikan ke 2 detik.

```

147 // === LOGIKA SENSOR PH ===
148 if (!koreksiPHAktif && (millis() - lastPHReadTime >= intervalPH)) {
149   lastPHReadTime = millis();
150
151   int sensorValue = analogRead(SENSOR_PH);
152   float voltage = (sensorValue / 4095.0) * 3.3;
153   float pH = 7 + ((2.5 - voltage) / 0.18); // kalibrasi sesuai sensor
154
155   nilaiPH = pH; // simpan untuk tampilan
156
157   if (pH < 6.5) {
158     digitalWrite(RELAY_PH_UP, LOW); // aktif LOW
159     waktukoreksiPH = millis();
160     koreksiPHAktif = true;
161     statusKoreksiPH = UP;
162     intervalPH = 300000; // jeda 5 menit
163   } else if (pH > 7.5) {
164     digitalWrite(RELAY_PH_DOWN, LOW);
165     waktukoreksiPH = millis();
166     koreksiPHAktif = true;
167     statusKoreksiPH = DOWN;
168     intervalPH = 300000;
169   } else [
170     intervalPH = 2000; // pH ideal
171   }
172 }
```

Gambar 4. 6 Source Code pH

#### 4.2.4 Sistem Penjadwalan RTC (*Real Time Lock*)

Sistem penjadwalan menggunakan modul RTC DS3231 berfungsi untuk mengatur waktu kerja beberapa komponen utama secara otomatis dan presisi. RTC memungkinkan sistem menjalankan fungsi-fungsi tertentu berdasarkan waktu aktual, bahkan ketika mikrokontroler dimatikan atau mengalami reset, karena memiliki baterai cadangan internal.

Modul RTC digunakan untuk menjadwalkan aktivitas berikut:

1. Penyalaan dan pemadaman lampu LED (pencahayaan *aquascape*), lampu menyala secara otomatis pada pukul 14.00 dan mati pada pukul 21.00 setiap hari.
2. Pemberian pupuk cair (nutrisi) menggunakan pompa peristaltic, penambahan pupuk dilakukan secara otomatis setiap 1 minggu sekali pada setiap hari senin pukul 07.00 dengan durasi pompa berjalan 6 detik untuk bisa mengeluarkan cairan 5ml.
3. RTC juga digunakan sebagai jam waktu yang bisa di lihat melalui serial monitor dan LCD oled.

```
185 // === PENJADWALAN RTC ===
186 Datetime now = rtc.now();
187 // ----- Lampu ON dari 14:25 sampai 14:30 -----
188 if (now.hour() >= 14 && now.hour() < 21) {
189     digitalWrite(RELAY_LAMPU, LOW); // ON
190 } else {
191     digitalWrite(RELAY_LAMPU, HIGH); // OFF
192 }
193
194 // === Penjadwalan nutrisi setiap Senin jam 07:00 ===
195 if (now.dayOfTheWeek() == 1 && now.hour() == 7 && now.minute() == 0 && now.second() < 6) {
196     digitalWrite(RELAY_NUTRISI, LOW); // ON
197 } else {
198     digitalWrite(RELAY_NUTRISI, HIGH); // OFF
199 }
200
201 // === NOTIFIKASI LEVEL AIR ===
202 bool levelLow = digitalRead(SENSOR_LEVEL) == LOW;
203 if (levelLow) {
204     digitalWrite(LED_MERAH, HIGH);
205     if (lastBuzzerMillis == 0 || millis() - lastBuzzerMillis >= 600000) {
206         digitalWrite(BUZZER, HIGH);
207         buzzerStartTime = millis();
208         isBuzzing = true;
209         bot.sendMessage(String(telegramUserID), "⚠️ Nutrisi cair hampir habis! Segera isi ulang.", "");
210         lastBuzzerMillis = millis();
211     }
212     if (isBuzzing && millis() - buzzerStartTime >= 5000) {
213         digitalWrite(BUZZER, LOW);
214         isBuzzing = false;
215     }
216 } else {
```

Gambar 4. 7 Source Code RTC

#### 4.2.5 Sistem Komunikasi Telegram

Sistem komunikasi berbasis Telegram Bot API digunakan sebagai media opsional untuk menyampaikan notifikasi status sistem kepada pengguna secara *real-time*. Fitur ini memudahkan pemantauan jarak jauh terhadap kondisi *aquascape* tanpa perlu mengakses sistem secara langsung. Komunikasi Telegram difungsikan untuk memberikan informasi berikut:

- Notifikasi saat cairan nutrisi hampir habis, berdasarkan deteksi dari sensor level (float switch).
- Permintaan semua data status melalui perintah khusus yang dikirimkan oleh pengguna.
- Permintaan menyalakan lampu LED akuarium melalui chat bot telegram, dibutuhkan ketika pengguna menginginkan lampu menyala di luar jam jadwal lampu,

Mekanisme Kerja:

- Pengguna harus terlebih dahulu mengatur Bot Telegram dan memperoleh token API.
- ESP32 menggunakan koneksi WiFi untuk mengirimkan pesan melalui HTTP GET ke API Telegram.
- ESP32 akan secara mengirimkan pesan ke ID chat pengguna sesuai permintaan yang di minta.

```

286 // Perintah "cek" atau "cek status"
287 if (millis() - lastCheck > 3000) {
288   lastCheck = millis();
289   // == Telegram Perintah "cek" atau "cek" ==
290   int n = bot.getUpdates(bot.last_message_received + 1);
291   for (int i = 0; i < n; i++) {
292     // Perintah "cek" atau "cek"
293     if (bot.messages[i].text == "cek" || bot.messages[i].text == "cek") {
294       String msg = "# STATUS TERAKHIR";
295       msg += "\n";
296       msg += "👉 *kipas*: " + String(digitalRead(RELAY_KIPAS)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n";
297       msg += "👉 *heater*: " + String(digitalRead(RELAY_HEATER)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n";
298       msg += "👉 *ph*: " + String(analogRead(SENSOR_PH) * 3.3 / 4095.0, 2) + "\n"; // GPTD
299       msg += "👉 *ph up*: " + String(digitalRead(RELAY_PH_UP)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n";
300       msg += "👉 *ph down*: " + String(digitalRead(RELAY_PH_DOWN)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n";
301       msg += "👉 *lampa*: " + String(digitalRead(RELAY_LAMPU)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n";
302       msg += "👉 *nutrisi terakhir*: " + waktuSekJdnutrisi(lastNutrisi, rtc.now()); // Mengambil
303       msg += "\n";
304       bot.sendMessage(bot.messages[i].chat_id, msg, "Markdown");
305     }
306   }
307   // Perintah "nyalakan lampu"
308   else if (bot.messages[i].text == "lampa on" || bot.messages[i].text == "Lampa on") {
309     digitalWrite(RELAY_LAMPU, LOW); // Menyalakan lampu (LOW berarti ON untuk relay)
310     String msg = "👉 Lampu telah dinyalakan!";
311     bot.sendMessage(bot.messages[i].chat_id, msg, "Markdown");
312   }
313   // Perintah "matikan lampu"
314   else if (bot.messages[i].text == "lampa off" || bot.messages[i].text == "Lampa off") {
315     digitalWrite(RELAY_LAMPU, HIGH); // Mematikan lampu (HIGH berarti OFF untuk relay)
316     String msg = "👉 Lampu telah dimatikan!";
317     bot.sendMessage(bot.messages[i].chat_id, msg, "Markdown");
318   }

```

Gambar 4. 8 Source Code Bot Telegram

#### 4.2.6 Tampilan Pada Layar OLED

Untuk memudahkan pemantauan langsung terhadap kondisi sistem, digunakan layar OLED 1.3 inci dengan antarmuka I2C. Layar ini berfungsi sebagai

media output visual yang menampilkan data sensor secara *real-time*, seperti suhu air, nilai pH, serta status waktu dari modul RTC.

```
// === OLED DISPLAY ===
unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - lastoled >= 2000) {
    u8g2.clearBuffer();
    u8g2.setFont(u8g2_font_6x13_tr);
    if (!layarOLED) {
        String s1 = "SUHU : " + String(suhu, 1) + " C";
        String s2 = "STATUS : " + String(suhu < 22 ? "HEATER ON" : suhu > 28 ? "KALI");
        float ph = 3.5 * analogRead(SENSOR_PH) * 3.3 / 4095.0;
        String s3 = "PH : " + String(ph, 2);
        String s4 = "STATUS : " + String(intervalPH > 10000 ? (ph < 6.5 ? "UP PH" :
        u8g2.drawString(tengahX(s1), 12, s1.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s2), 27, s2.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s3), 42, s3.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s4), 57, s4.c_str());
    } else {
        String s1 = "LAMPU : " + String(digitalRead(RELAY_LAMPU) == LOW ? "ON" : "OFF");
        String s2 = "14:00 - 21:00";
        String s3 = "NUTRISI : " + waktusejakNutrisi(lastNutrisi, now);
        String s4 = harijamString(now);
        u8g2.drawString(tengahX(s1), 12, s1.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s2), 27, s2.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s3), 42, s3.c_str());
        u8g2.drawString(tengahX(s4), 57, s4.c_str());
    }
    u8g2.sendBuffer();
    layarOLED = !layarOLED;
    lastoled = currentMillis;
}
```

Gambar 4. 9 *Source Code* RTC

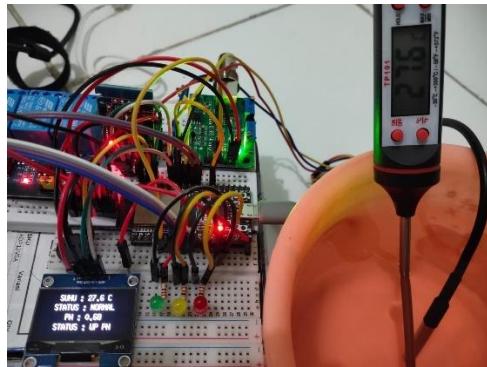
### 4.3 Hasil Implementasi dab Uji Fungsional Sistem

Setelah proses perakitan dan integrasi sistem selesai, dilakukan serangkaian pengujian fungsional untuk memastikan seluruh komponen baik perangkat keras maupun perangkat lunak berfungsi sesuai dengan rancangan. Pengujian ini mencakup semua sub sistem, mulai dari sensor, aktuator, komunikasi, hingga sistem penjadwalan yang di lakukan RTC. Seluruh pengujian dilakukan secara langsung menggunakan sistem yang telah dibangun dan dijalankan dalam kondisi aktual.

#### 4.3.1 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu DS18B20 dilakukan dengan cara mengamati respon relay kipas dan relay heater berdasarkan perubahan suhu. Sensor diharapkan mampu memberikan pembacaan yang akurat dengan interval 2 detik. Relay kipas akan aktif saat suhu melebihi 28°C, dan relay heater akan aktif saat suhu di bawah 22°C.

Untuk hasil pembacaan sensor. Sensor sudah terhitung disuhu akurat dengan disandingkan alat termometer digital yang sudah jadi, pada gambar ini terlihat bahwa suhu sama sama di 27,6 °C.



Gambar 4. 10 Pengujian Sensor Suhu

Setelah pengujian laboratorium awal dinyatakan berhasil, sensor kemudian diimplementasikan langsung ke dalam sistem *aquascape* air tawar, dan diletakkan pada posisi yang terendam sebagian di dalam air. Pengujian dilanjutkan dalam kondisi sebenarnya untuk memantau kestabilan suhu lingkungan akuarium dalam jangka waktu tertentu.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa:

- Sistem berhasil menjaga suhu tetap berada di antara rentang 22–28°C secara otomatis,
- Kipas aktif saat suhu naik setelah lampu menyala cukup lama,
- Heater aktif saat suhu turun pada malam hari atau saat kondisi dingin.

Semua status perubahan suhu dan aktivasi aktuator dapat dipantau melalui layar OLED serta Serial Monitor, sehingga pengguna dapat memastikan kondisi suhu tetap ideal bagi pertumbuhan tanaman *Anubias Nana* di dalam akuarium.



Gambar 4. 11 Implementasi Sensor Suhu

#### 4.3.2 Pengujian Sensor pH

Sensor pH diuji untuk memantau tingkat keasaman air dalam *aquascape* dan mengaktifkan pompa peristaltik pH Up atau pH Down secara otomatis apabila nilai pH berada di luar rentang ideal, yaitu 6.5 hingga 7.5. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan kondisi air yang memiliki pH lebih rendah maupun lebih tinggi dari rentang tersebut.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor pH mampu membaca nilai pH air secara *real-time* dan menghasilkan output tegangan yang sesuai. Setelah proses kalibrasi dilakukan, nilai pH yang terbaca sudah mendekati nilai sebenarnya, dan sistem berhasil merespons dengan menyalakan pompa peristaltik koreksi pH (Up/Down) sesuai arah deviasi. Pompa akan aktif selama durasi tertentu untuk menambahkan cairan koreksi pH secara bertahap, sesuai dengan logika pengendalian yang telah ditanamkan dalam program.

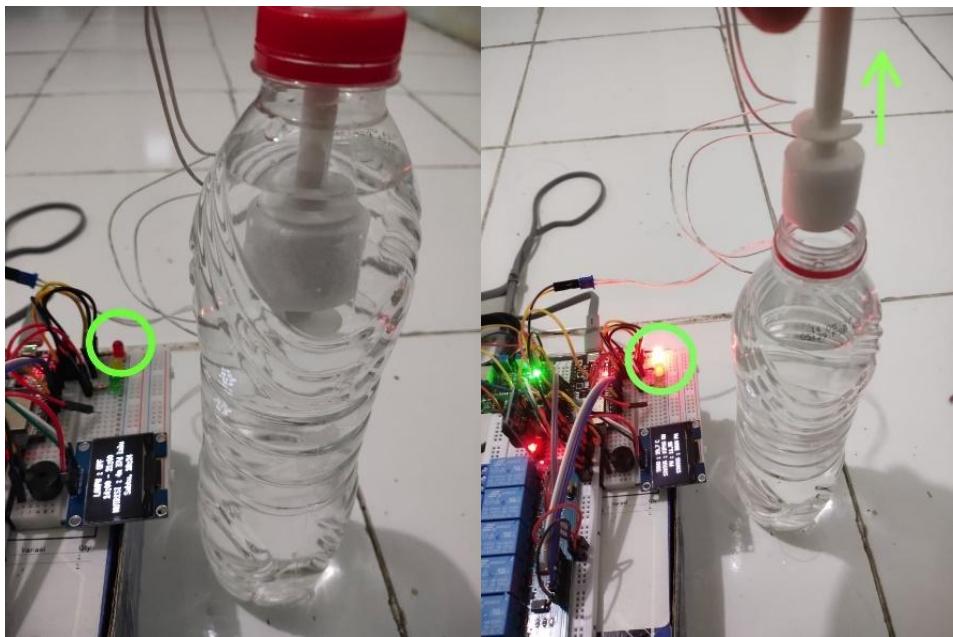
Respon sistem terhadap nilai pH sudah berjalan sesuai fungsi yang dirancang, menunjukkan bahwa integrasi antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator pH telah berfungsi dengan baik



Gambar 4. 12 Kalibrasi pH

#### 4.3.3 Pengujian Level Sensor Air

Pengujian ini, dilakukan dengan memasukkan sensor float switch ke dalam botol yang berisi air hampir penuh. Dalam kondisi tersebut, sensor tidak mendekripsi apa-apa karena pelampung berada di bawah. Saat sensor diangkat (seolah-olah air habis), posisi pelampung naik, yang menandakan bahwa air pada botol akan habis.



Gambar 4. 13 Pengujian Sensor Float Switch

Pada kondisi ini, buzzer akan menyala selama 5 detik sebagai peringatan. Untuk indikator visual, lampu LED merah akan menyala terus menerus selama botol belum diisi kembali. Selain itu, notifikasi akan dikirimkan ke Telegram untuk memberi tahu bahwa cairan hampir habis. Setelah botol diisi kembali, lampu LED merah akan mati, dan notifikasi Telegram akan memberi tahu bahwa cairan berhasil diisi ulang.

#### 4.3.4 Pengujian Pengujian Pompa

Pompa peristaltik diuji untuk memastikan keluaran cairan sesuai dengan durasi yang diatur berdasarkan kebutuhan. Pengujian ini bertujuan memastikan takaran larutan yang tepat dapat diberikan secara otomatis.



Gambar 4. 14 Pengujian Pump Peristaltik

Pada pengujian pompa peristaltik, selang input diletakkan pada gelas yang berisi air, sedangkan selang output diarahkan ke gelas ukur kosong. Ketika pompa diaktifkan selama 13 detik, air yang keluar dan tertampung di gelas ukur mencapai volume 20 ml.

Hasil ini menjadi acuan untuk melakukan penyesuaian lebih lanjut terhadap volume cairan yang dibutuhkan, baik untuk penambahan nutrisi maupun penyesuaian larutan berdasarkan pembacaan sensor pH. Dengan demikian, durasi kerja pompa nantinya dapat dihitung dan disesuaikan berdasarkan kebutuhan volume, merujuk pada hasil percobaan dengan gelas ukur ini.

Setelah tahap pengujian awal berhasil, pompa kemudian diimplementasikan langsung pada sistem *aquascape*, dan telah terhubung secara permanen ke wadah nutrisi, cairan pH Up, serta cairan pH Down. Selang output diarahkan ke dalam akuarium melalui lubang pemasukan, sehingga cairan dapat langsung larut ke air tanpa tumpahan.



Gambar 4. 15 Implementasi Pompa Peristaltik

Implementasi sistem menunjukkan bahwa:

- Pompa menyala secara otomatis berdasarkan jadwal RTC (untuk nutrisi),
- Dan menyala berdasarkan pembacaan sensor pH (untuk koreksi keasaman air),
- Lama kerja pompa telah disesuaikan menjadi 6 detik, setara dengan  $\pm 9$  ml cairan per siklus.

Semua proses berlangsung tanpa perlu intervensi manual, dengan status kerja pompa yang dapat dipantau melalui OLED display maupun Serial Monitor. Hasil ini menunjukkan bahwa pompa peristaltik dapat diandalkan untuk memberikan larutan dengan volume yang konsisten dan terukur sesuai logika sistem.

#### 4.3.5 Pengujian Penjadwalan RTC

Modul RTC DS3231 berfungsi sebagai penentu waktu dalam sistem untuk menjadwalkan penyalaan lampu dan pemberian nutrisi secara otomatis. Pengujian

dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat merespons perintah berdasarkan waktu yang telah diprogram dengan akurat.

Pada tahap awal, pengujian dilakukan dengan mengubah waktu RTC secara manual guna mempercepat proses verifikasi tanpa harus menunggu waktu aktual. Hal ini bertujuan agar respons sistem terhadap perubahan waktu dapat diamati dalam waktu singkat.

- Lampu dijadwalkan ON pukul 17:12 dan OFF 17:43
- Pompa nutrisi dijadwalkan aktif pukul 17:45

Hasil pengujian:

- Saat RTC menunjukkan pukul 17:42, lampu menyala otomatis.

```
===== Status SUHU & PH =====
🌡 Suhu : 29.97 C
▢ Kipas : ON
🔥 Heater : OFF
💧 pH : 2.56
⚠ pH rendah! Menambah pH Up...
===== PENJADWALAN =====
💡 Lampu : ON
📝 Nutrisi: OFF
⌚ Waktu: 17:42:2
=====
```

Gambar 4. 16 Serial Monitor Lampu On

- Dan lampu mati pada puku; 17:43

```
Output Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')
💡 Nutrisi: OFF
⌚ Waktu: 17:43:3
=====
===== Status SUHU & PH =====
🌡 Suhu : 29.97 C
▢ Kipas : ON
🔥 Heater : OFF
💧 pH : 2.56
⚠ pH rendah! Menambah pH Up...
===== PENJADWALAN =====
💡 Lampu : OFF
📝 Nutrisi: OFF
⌚ Waktu: 17:43:5
) =====
```

Gambar 4. 17 Serial Monitor Lampu Off

- Saat RTC menunjukkan pukul 17:45, pompa peristaltik aktif beberapa detik untuk menambahkan nutrisi.

```

Output  Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')
NULLISI: ON
Waktu: 17:45:0
=====
===== Status SUHU & PH =====
Suhu : 29.97 C
Kipas : ON
Heater : OFF
pH : 2.56
⚠ pH rendah! Menambah pH Up...
===== PENJADWALAN =====
Lampu : OFF
Nutrisi: ON
Waktu: 17:45:2
=====
```

Gambar 4. 18 Serial Monitor Nutrisi On

- Informasi status tampil di Serial Monitor dan layar OLED.

Selama proses tersebut, sistem juga menampilkan status waktu, kondisi lampu, dan nutrisi melalui layar OLED 1.3 inch dan Serial Monitor, sehingga pengguna dapat memantau status sistem secara langsung.

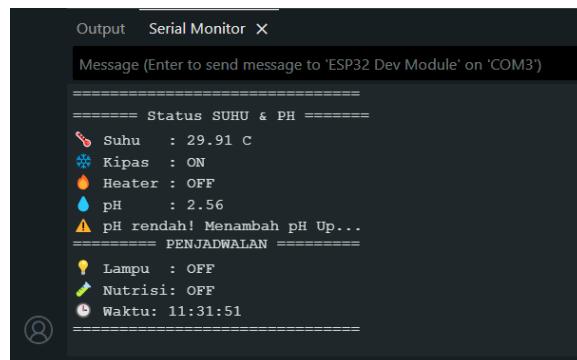
Setelah pengujian simulasi berhasil, sistem dikonfigurasi ulang ke jadwal operasional sebenarnya, yaitu:

- Lampu LED dinyalakan setiap hari mulai pukul 14:00 WIB hingga 21:00 WIB, guna memberikan pencahayaan yang cukup bagi tanaman dalam akuarium.
- Pompa peristaltik nutrisi aktif setiap hari Senin pukul 07:00 WIB, selama 6 detik, untuk melarutkan nutrisi cair ke dalam air secara otomatis.

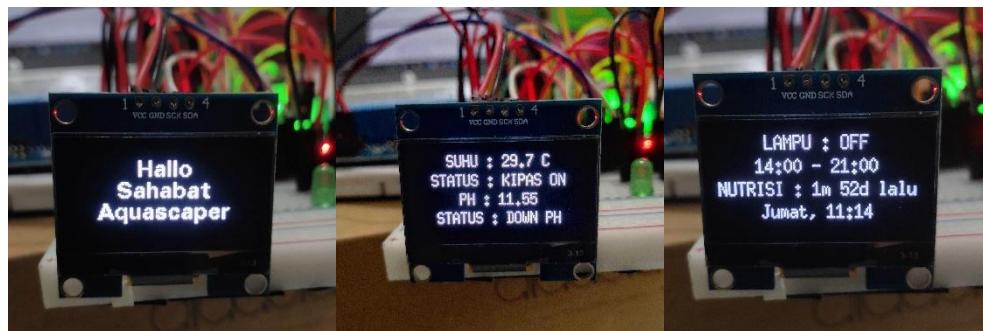
Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul RTC DS3231 bekerja dengan **stabil dan akurat**, serta mampu mengatur penjadwalan secara *real-time* tanpa kesalahan. Fungsi ini menjadi salah satu komponen penting dalam mendukung proses otomatisasi sistem secara menyeluruh, terutama dalam menjaga rutinitas pencahayaan dan pemberian nutrisi secara konsisten tanpa intervensi manual.

#### 4.3.6 Validasi Output Sistem

Pengujian output sistem dilakukan dengan memonitor hasil kerja sistem melalui serial monitor dan tampilan OLED. Data yang ditampilkan harus konsisten dengan sensor dan aktuator yang aktif.



```
Output  Serial Monitor X
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')
=====
===== Status SUHU & PH =====
    Suhu : 29.91 C
    Kipas : ON
    Heater : OFF
    pH : 2.56
    pH rendah! Menambah pH Up...
===== PENJADWALAN =====
    Lampu : OFF
    Nutrisi: OFF
    Waktu: 11:31:51
=====
```



Gambar 4. 19 Hasil Sistem

#### 4.3.7 Pengujian Sistem komunikasi Telegram

Fungsi notifikasi melalui Telegram diuji dengan mengirim pesan otomatis saat level nutrisi cair rendah dan saat pengisian ulang telah dilakukan. Pengujian memastikan pengguna menerima informasi secara *real-time*.

```

// === CEK PERINTAH TELEGRAM ===
if (millis() - lastCheck > 2000) {
    lastCheck = millis();
    // === Telegram Perintah "cek" atau "cek" ===
    int n = bot.getupdates(bot.last_message_received + 1);
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        // Perintah "cek" atau "cek"
        if (bot.messages[i].text == "cek" || bot.messages[i].text == "Cek") {
            String msg = "STATUS TERKINI:\n";
            msg += "Suhu: " + String(suhu, 1) + " °C\n";
            msg += "kipas: " + String(digitalRead(RELAY_KIPAS)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n"; // Kipas
            msg += "Heater: " + String(digitalRead(RELAY_HEATER)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n"; // Heater
            msg += "pH Up: " + String(5 * analogRead(SENSOR_PH) * 3.3 / 4095.0, 2) + "\n"; // GPIO34 untuk sensor pH
            msg += "pH Down: " + String(digitalRead(RELAY_PH_UP)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n"; // PH_UP_PIN adalah
            msg += "Lampu: " + String(digitalRead(RELAY_LAMPU)) == LOW ? "ON" : "OFF" + "\n"; // PH_DOWN_PIN adalah
            msg += "Nutrisi terakhir: " + waktusejaknutrisi(lastNutrisi, rtc.now()); // Menggunakan RTC untuk waktu

            bot.sendMessage(bot.messages[i].chat_id, msg, "Markdown");
        }
        // Perintah "nyalakan lampu"
        else if (bot.messages[i].text == "lampa on" || bot.messages[i].text == "Lampa on") {
            digitalWrite(RELAY_LAMPU, LOW); // Menyalakan lampu (LOW berarti ON untuk relay)
            String msg = "💡 Lampu telah dinyalakan!";
            bot.sendMessage(bot.messages[i].chat_id, msg, "Markdown");
        }
        // Perintah "matikan lampu"
        else if (bot.messages[i].text == "lampa off" || bot.messages[i].text == "Lampa off") {
            digitalWrite(RELAY_LAMPU, HIGH); // Mematikan lampu (HIGH berarti OFF untuk relay)
            String msg = "💡 Lampu telah dimatikan!";
        }
    }
}

```

The screenshot shows a Telegram conversation with a bot. The bot sends a series of status messages: 'STATUS TERKINI:' followed by 'Suhu: 29.4 C', 'kipas: ON', 'Heater: OFF', 'pH Up: OFF', 'pH Down: OFF', 'Lampu: OFF', and 'Nutrisi terakhir: 7m 57d lalu'. It then responds to a 'cek' command with the same status information. Subsequent messages show the bot turning the light on ('Lampa on') and then off ('Lampa off'), with each action confirmed by a message like 'Lampa on 13:03 ✓' or 'Lampa off 13:06 ✓'.

Gambar 4. 20 Komunikasi Bot Telegram

#### 4.4 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah seluruh fungsi dari sistem kendali perawatan tanaman *Anubias Nana* telah berjalan sesuai dengan perancangan. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sebelumnya, seluruh komponen dan subsistem telah berhasil diuji secara langsung dengan hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian.

Pengamatan dilakukan dengan mengamati output yang ditampilkan melalui Serial Monitor pada Arduino IDE. Berdasarkan hasil pengamatan yang diambil pada hari Selasa pukul 20:45, diperoleh data sebagai berikut:

- Suhu air berada pada kisaran 30.66°C hingga 30.72°C. Ini menunjukkan bahwa suhu melebihi ambang batas atas (28°C) yang telah ditentukan dalam logika kendali.
- Dalam kondisi ini, sistem secara otomatis mengaktifkan kipas pendingin untuk menyetabilkan suhu agar tidak mengakibatkan. Hal ini membuktikan bahwa logika pengendalian suhu berfungsi sebagaimana mestinya.
- Nilai pH yang terbaca adalah sekitar 11,5, jauh di atas rentang ideal pH 6.5–7.5. Sistem secara otomatis memberikan respon dengan mengaktifkan relay pH Down untuk menurunkan pH ke dalam kisaran yang diinginkan.

- Status sistem yang tercatat menyatakan bahwa pH tinggi dan sedang dilakukan penambahan cairan penurun pH (pH Down), sesuai dengan logika yang telah ditetapkan.
- Lampu dalam kondisi ON, sesuai dengan jadwal otomatis yang aktif setiap hari mulai pukul 14:00 hingga 21:00.
- Status penambahan nutrisi menunjukkan "Belum", yang sesuai karena waktu pengujian dilakukan hari Selasa. Berdasarkan pemrograman, nutrisi hanya akan ditambahkan setiap hari Senin pukul 07:00 secara otomatis.



Gambar 4. 21 Pengujian Sistem

Berikut adalah rangkuman hasil pengujian dari masing-masing komponen utama:

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian

| No | Komponen yang Diuji | Hasil Pengujian   |
|----|---------------------|---|
| 1  | Sensor Suhu DS18B20 | Membaca suhu secara <i>real-time</i> dengan akurat, sistem mampu mengaktifkan heater dan kipas secara otomatis sesuai ambang batas. |
| 2  | Sensor pH           | Mampu membaca perubahan pH dan mengaktifkan pompa pH up/down secara otomatis ketika nilai pH keluar dari rentang 6.5–7.5.           |

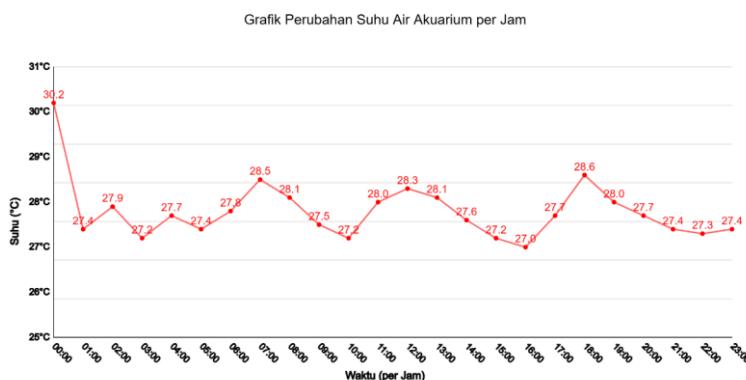
|   |                                 |  |
|---|---------------------------------|--|
| 3 | Sensor Level Air (Float Switch) | Mendeteksi cairan habis dan memberi respon berupa bunyi buzzer, nyala LED merah, serta notifikasi ke Telegram. |
| 4 | Pompa Peristaltik               | Mampu mengalirkan cairan (nutrisi dan larutan pH) sesuai waktu dan volume yang ditentukan.                     |
| 5 | Modul RTC DS3231                | Menjadwalkan waktu nyala/mati lampu dan pemberian nutrisi secara otomatis sesuai jam yang telah ditentukan.    |
| 6 | Output Visual OLED              | Menampilkan nilai sensor dan status perangkat secara <i>real-time</i> dengan tampilan yang terbaca jelas.      |
| 7 | Indikator LED & Buzzer          | Memberikan informasi kondisi sistem: normal, proses berjalan, atau terjadi kesalahan.                          |
| 8 | Notifikasi Telegram             | Sistem berhasil mengirim notifikasi secara otomatis ke Telegram saat terjadi peristiwa penting.                |

Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa seluruh fitur utama dari sistem bekerja secara terintegrasi, otomatis, dan sesuai dengan logika yang dirancang. Sistem dapat menjalankan fungsi monitoring dan pengendalian terhadap parameter lingkungan *aquascape* dengan baik, serta mampu memberikan notifikasi kepada pengguna secara *real-time*.

Untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai dengan logika kendali yang telah dirancang, dilakukan pengujian terhadap parameter utama yaitu suhu dan pH air dalam akuarium. Pengujian ini dilakukan secara langsung dengan sistem yang telah diimplementasikan pada *aquascape* air tawar berisi tanaman Anubias Nana. Selama proses pengujian, data pembacaan sensor suhu dan pH ditampilkan secara *real-time* melalui Serial Monitor pada Arduino IDE. Nilai-nilai tersebut kemudian dicatat secara

manual pada interval waktu tertentu, yaitu setiap satu jam sekali, selama satu hari penuh.

Data hasil pencatatan dari Serial Monitor tersebut kemudian disusun kembali ke dalam format file CSV (Comma-Separated Values) untuk mempermudah proses visualisasi menggunakan program grafis. CSV dipilih karena kompatibel dengan banyak platform pengolah data dan dapat langsung diolah dengan kode visualisasi berbasis p5.js. Grafik yang dihasilkan dari data ini bertujuan untuk memberikan gambaran visual mengenai bagaimana sistem merespons perubahan kondisi lingkungan secara aktual, serta bagaimana ketebalan nilai sensor dijaga melalui mekanisme kendali otomatis yang telah ditanamkan.



Gambar 4. 22 Grafik Perubahan Suhu

Berdasarkan grafik "Perubahan Suhu Air Akuarium per Jam", sistem IoT *aquascape* yang dirancang berhasil menjaga suhu air dalam rentang stabil sepanjang pengujian selama 24 jam. Saat alat pertama kali diaktifkan, suhu awal air berada pada angka 30,2°C, yang tergolong tinggi dan melebihi batas suhu ideal untuk tanaman *aquascape*, yaitu antara 22°C hingga 28°C.

Setelah sistem diaktifkan, kipas pendingin bekerja otomatis untuk menurunkan suhu air. Proses pendinginan ini dikendalikan oleh sistem histeresis, yaitu:

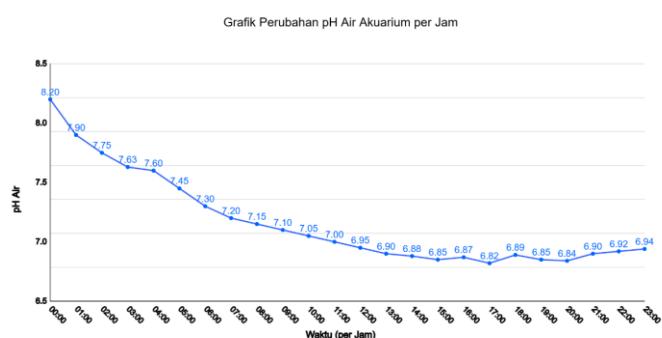
- Kipas menyala saat suhu mencapai  $\geq 28^{\circ}\text{C}$

- Kipas mati hanya ketika suhu turun hingga  $\leq 27,4^{\circ}\text{C}$

Logika Setelah pendinginan berlangsung beberapa jam, suhu berhasil distabilkan dan dikendalikan di kisaran  $27,0^{\circ}\text{C}$  hingga  $28,5^{\circ}\text{C}$  sepanjang hari. Tidak ditemukan suhu di bawah  $27,0^{\circ}\text{C}$ , karena pengujian dilakukan di kota Surabaya, yang memiliki suhu lingkungan cukup tinggi dan cenderung panas.

Sistem yang dirancang secara aktif mempertahankan suhu air dalam rentang ideal tersebut dengan mengatur kerja kipas pendingin berdasarkan pembacaan sensor suhu secara berkala. Ketika suhu air mencapai ambang batas atas yaitu  $28^{\circ}\text{C}$ , kipas otomatis menyala untuk menurunkan suhu. Kipas akan tetap menyala hingga suhu benar-benar turun ke  $27,4^{\circ}\text{C}$ , lalu sistem akan mematikan kipas secara otomatis. Penggunaan histeresis sebesar  $0,5^{\circ}\text{C}$  ini bertujuan untuk mencegah fluktuasi kerja kipas dan memastikan suhu telah benar-benar turun sebelum kipas dimatikan.

Dengan mekanisme ini, sistem tidak hanya merespons kenaikan suhu, tetapi juga secara aktif menjaga kondisi termal air tetap stabil. Hal ini sangat penting untuk mendukung kesehatan dan pertumbuhan tanaman *aquascape* seperti *Anubias Nana*, yang membutuhkan suhu air yang konsisten agar tidak mengalami stres atau kerusakan jaringan.



Gambar 4. 23 Grafik Perubahan PH

Tabel berikut menyajikan hasil pengamatan yang diperoleh selama pengujian berlangsung. Data ini memberikan informasi rinci mengenai bagaimana sistem

merespons kondisi lingkungan dan menjalankan fungsinya secara otomatis berdasarkan logika kendali yang telah dirancang.

Setelah dilakukan pengujian awal untuk memastikan setiap komponen dan logika kontrol bekerja sesuai rancangan, selanjutnya dilakukan pengujian lanjutan selama dua hari berturut-turut secara langsung pada sistem yang telah diimplementasikan pada *aquascape* air tawar berisi tanaman *Anubias Nana*. Pengujian dilakukan di wilayah Surabaya, dengan suhu lingkungan rata-rata berkisar antara 27,5°C hingga 30°C. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi performa sistem dalam kondisi aktual, termasuk pemantauan variabel utama seperti suhu, pH, serta respon aktuator seperti kipas pendingin, pompa peristaltik, dan lampu. Berikut hasil pengamatan sistem berdasarkan pembacaan sensor dan respons otomatis:

Tabel 4. 3 Hasil Data Sistem

| <b>Waktu</b> | <b>Suhu (°C)</b> | <b>pH</b> | <b>Kipas</b> | <b>Heater</b> | <b>Pompa Nutrisi</b> | <b>Pompa pH</b> | <b>Lampu</b> |
|--------------|------------------|-----------|--------------|---------------|----------------------|-----------------|--------------|
| 00:00        | 30.2             | 8.20      | ON           | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 01:00        | 27.4             | 7.90      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 02:00        | 27.9             | 7.75      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 03:00        | 27.2             | 7.63      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 04:00        | 27.7             | 7.60      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 05:00        | 27.4             | 7.45      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 06:00        | 27.8             | 7.30      | OFF          | OFF           | OFF                  | ON (Down)       | OFF          |
| 07:00        | 28.5             | 7.20      | ON           | OFF           | ON                   | OFF             | ON           |
| 08:00        | 28.1             | 7.15      | OFF          | OFF           | OFF                  | OFF             | ON           |

|       |      |      |     |     |     |         |     |
|-------|------|------|-----|-----|-----|---------|-----|
| 09:00 | 27.5 | 7.10 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 10:00 | 27.2 | 7.05 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 11:00 | 28.0 | 7.00 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 12:00 | 28.3 | 6.95 | OFF | OFF | OFF | ON (Up) | ON  |
| 13:00 | 28.1 | 6.90 | OFF | OFF | OFF | ON (Up) | ON  |
| 14:00 | 27.6 | 6.88 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 15:00 | 27.2 | 6.85 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 16:00 | 27.0 | 6.87 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 17:00 | 27.7 | 6.82 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 18:00 | 28.6 | 6.89 | ON  | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 19:00 | 28.0 | 6.85 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 20:00 | 27.7 | 6.84 | OFF | OFF | OFF | OFF     | ON  |
| 21:00 | 27.4 | 6.90 | OFF | OFF | OFF | OFF     | OFF |
| 22:00 | 27.3 | 6.92 | OFF | OFF | OFF | OFF     | OFF |
| 23:00 | 27.4 | 6.94 | OFF | OFF | OFF | OFF     | OFF |

Berdasarkan data pengamatan selama 24 Jam:

- Sensor suhu DS18B20 berhasil membaca suhu air dengan stabil dan akurat. Suhu air cenderung tinggi karena pengujian dilakukan di Surabaya, yang memiliki suhu lingkungan harian cukup panas. Oleh karena itu, relay heater tidak aktif selama pengujian berlangsung. Meskipun demikian, fungsi pemanas tetap tersedia dan akan berguna bagi pengguna yang berada di daerah dengan suhu lingkungan lebih rendah, seperti dataran tinggi atau saat musim hujan ekstrem.
- Kipas pendingin aktif otomatis ketika suhu mencapai batas atas ( $30^{\circ}\text{C}$ ), menunjukkan sistem dapat mendinginkan suhu sesuai batas yang telah ditentukan.

- Sensor pH dan kontrol pompa pH bekerja dengan baik. Saat pH berada di luar rentang ideal (6.5–7.5), sistem mampu mengaktifkan pompa pH Up atau Down untuk menyesuaikan keasaman air.
- Pompa peristaltik nutrisi aktif secara otomatis pada pukul 07:00 sesuai jadwal RTC, dan memberikan larutan secara terukur selama 6 detik.
- Lampu LED beroperasi otomatis dari pukul 14:00 hingga 21:00 sesuai jadwal yang telah ditentukan, memberi pencahayaan cukup pada tanaman.
- Status sistem dapat dipantau melalui layar OLED dan Serial Monitor, memperlihatkan informasi suhu, pH, waktu, dan status aktuator secara *real-time*.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik, dan dapat diandalkan untuk perawatan tanaman *aquascape* secara otomatis, serta memiliki fleksibilitas untuk digunakan di berbagai kondisi geografis.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

## **PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem kendali perawatan tanaman *Anubias Nana* pada *aquascape* berbasis Internet of Things (IoT), maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang untuk mempermudah perawatan tanaman *Anubias Nana* dengan mengotomatisasi pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan, sehingga mengatasi keterbatasan waktu dan ketidaktepatan perawatan.
2. Sistem mampu menjaga suhu dan pH air tetap stabil sesuai kebutuhan tanaman. Pengaturan suhu sudah menjaga suhu dalam rentang ideal 22–28°C dengan hysteresis 0,5°C. pH dikendalikan otomatis melalui pompa pH-Up atau Down agar tetap pada kisaran 6.5–7.5.
3. Pemberian nutrisi cair dan pencahayaan berhasil diatur otomatis menggunakan modul RTC. Pompa peristaltik dan relay bekerja sesuai jadwal tanpa intervensi manual, sehingga kebutuhan nutrisi dan cahaya tanaman terpenuhi secara optimal.

Dengan tercapainya semua fungsi utama yang telah dirancang, maka sistem ini terbukti mampu memberikan solusi otomatis dan efisien untuk pemeliharaan tanaman *aquascape* berbasis teknologi IoT.

### **5.2 Saran**

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan lebih lanjut dari sistem ini, antara lain:

1. Penyempurnaan kalibrasi sensor pH, agar nilai pembacaan lebih akurat dan dapat diandalkan dalam jangka panjang.

2. Penambahan fitur pencatatan (data logging) untuk menyimpan histori data sensor dalam database atau cloud, sehingga pengguna dapat melihat tren perubahan parameter lingkungan.
3. Integrasi dengan aplikasi mobile, agar pengguna dapat memantau, mengatur jadwal, dan menerima notifikasi melalui aplikasi yang lebih interaktif dan fleksibel.
4. Implementasi sistem kontrol volume otomatis, agar sistem tidak hanya berdasarkan durasi kerja pompa, tetapi juga mengukur jumlah cairan secara presisi.
5. Pengembangan casing atau wadah sistem yang lebih tahan air dan rapi, agar sistem lebih aman digunakan di lingkungan sekitar air dan lebih siap untuk diimplementasikan secara jangka panjang.

Dengan pengembangan lebih lanjut, sistem ini tidak hanya akan berguna untuk perawatan *Anubias Nana*, tetapi juga dapat diterapkan untuk berbagai jenis tanaman *aquascape* lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bayu, R. B. S., Astutik, R. P., & Irawan, D. (2021). Rancang Bangun Smarthome Berbasis Qr Code Dengan Mikrokontroller Module Esp32. *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, 2(01), 47–60. <https://doi.org/10.31328/jasee.v2i01.60>
- Brahmantika, A. (2019). Sistem Otomatisasi Budidaya Tumbuhan *Aquascape* Berbasis Arduino UNO [Institut Teknologi Nasional Malang]. In *Institut Teknologi Nasional Malang*. <https://eprints.itn.ac.id/4359/>
- Dewi, & F. (n.d.). *Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot)*. <http://repository.unim.ac.id/eprint/265>
- Febriana, J. (2020). *Sistem Kontrol Dan Monitoring Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Nutrient Film Technique (Nft) Menggunakan Logika Fuzzy*. <http://etheses.uin-malang.ac.id/24281/1/16650089.pdf>
- Harianto, Isanawikrama, Wimpertiwi, D., & Kurniawan, Y. J. (2018). Membaca Peluang Merakit “Uang” Dari Hobi *Aquascape*. *Jurnal Pengabdian Dan Kewirausahaan*, 2(2), 117–125. <http://journal.ubm.ac.id/>
- Hendrawan, Y. D. (2022). *Otomatisasi Pengaliran Larutan Asam dan Basa Tanaman Air Aquascape Berdasarkan Kandungan pH Berbasis IoT*. Universitas Muhammadiyah Magelang. <https://repositori.unimma.ac.id/3986/>
- Kusuma, T., & Mulia, M. T. (2018). Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2. *Konferensi Nasional Sistem Informasi*, 1422–1425. <https://jurnal.atmaluhur.ac.id/index.php/knsi2018/article/view/549>
- Nuryadi, Haryati, & Indrayani, lili. (2021). Rancang Bangun Sistem Kendali Keseimbangan Kebutuhan Tanaman Air dalam *Aquascape*. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer*, 5, 143–149. <https://eprints.itn.ac.id/7047/9/1818079%20Jurnal.pdf>
- Mufida, E., Septian Anwar, R., Khodir, R. A., & Rosmawati, P. indri. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 1(1), 13–19. <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/insantek>
- Pramadana, M. H., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol Pencahayaan Matahari pada *Aquascape*. *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(1), B15-21. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/59809/6571>
- Prayoga, K. A. M. D., & P, I. G. N. A. P. (2025). Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk. *Jurnal Ilmiah Telsinas*

*Elektro, Sipil Dan Teknik Informasi*, 8(1), 1–10.  
<https://doi.org/10.38043/telsinas.v8i1.6020>

Rafi, M. H., & Santoso, B. (2023). Perancangan Alat Pemberi Pupuk Cair *Aquascape* Otomatis Menggunakan NodeMCU Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Science*, 2(10), 2754–2760.  
<https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>

Rahmawati, R., Musthofa, S. Z., Yamin, M., & Ginanjar, R. (2019). PEMELIHARAAN TANAMAN HIAS AIR Anubias sp. DENGAN MENGGUNAKAN ZEOLIT. *Lentera Mina*, 1(1), 165–170. <https://stpbogor.bpsdmkp.kkp.go.id/>

Ramdani, D., Wibowo, F. M., & Setyoko, Y. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air *Aquascape* Berbasis IoT (Internet Of Thing). *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, 3(1), 59–68. <https://doi.org/10.20895/INISTA.V2I2>

Rosaly, R., & Prasetyo, A. (2019). Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan. *Academia.Edu*, 1–8.

Samsugi, S., & Wajiran, W. (2020). Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor. *Jurnal Teknoinfo*, 4(2), 99–105.  
<https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/teknoinfo/article/view/653>

Suryadinatha, I. N. G. (2022). *Kontrol Dan Monitoring Pada Tanaman Air Tawar Aquascape*. Politeknik Negri Bali. <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/3849/>

Susanto, A., Haztinanto, M. N., & Sudaryanto, S. (2022). Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Monitoring *Aquascape* Berbasis Android. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, 12(1), 423–429. <https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7112>

Suwandi, D. H. (2022). *Sistem Kontrol dan Monitoring Pakan Ikan Serta Tanaman Air Pada Aquascape Menggunakan Internet of Things Berbasis Arduino*.  
<http://repository.unj.ac.id/34127/>

Wahidin, A. N. (2024, August 27). *Anubias Barteri Var. Nana*. Tanaman *Aquascape* Id.  
<https://www.tanamanaquascape.id/anubias-barteri-var-nana/>

Zain, M. Z., Misbah, S. T., & Astutik, R. P. (2021). Sistem Otomatisasi Perawatan *Aquascape* Berbasis IOT (Internet Of Things). *SinarFe7*, 4, 50–56.  
<https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/13>

Wahyuni, T., Yusliana Bakti, R., Anas, L., Risal, A., Agung Dwi Arya Bulu, A., & Muhammadiyah Makassar, U. (2022). Pengembangan Media Trainer Internet Ofthings (Iot) Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Insteek*, 7(1), 136.  
<https://doi.org/10.24252/insteek.v7i1.28871>

## Lampiran 1

### Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

### PERNYATAAN KESEPAKATAN BIMBINGAN & PENELITIAN TUGAS AKHIR

Kedua belah pihak yang bertanda tangan di bawah ini,

NIM : 1461900322

Nama : Ahmad Abdur Rozaq

NIDN : 0717067303

Nama : Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.

Selanjutnya disebut sebagai **Mahasiswa Bimbingan**

Selanjutnya disebut sebagai **Dosen Pembimbing**

Menyatakan telah bersepakat untuk melaksanakan proses pembimbingan dan penelitian Tugas Akhir (TA) yang dimulai dari Topik Khusus Penelitian (TKP) atau Proposal TA, hingga keseluruhan proses Tugas Akhir nantinya dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Bawa bidang dan topik penelitian yang diusulkan Mahasiswa Bimbingan telah disetujui oleh Dosen Pembimbing
2. Mahasiswa Bimbingan bersedia menerima segala bentuk konsekuensi dalam keseluruhan proses Tugas Akhir jika bidang dan topik penelitian yang disetujui tidak sesuai dengan bidang penelitian dan keahlian dari Dosen Pembimbing
3. Mahasiswa Bimbingan bersedia dibimbing oleh Dosen Pembimbing dalam keseluruhan proses Tugas Akhir dan yang terkait, dengan mengikuti standar akademik yang berlaku di Program Studi Teknik Informatika
4. Dosen Pembimbing bersedia membimbing Mahasiswa Bimbingan dalam keseluruhan proses Tugas Akhir dan yang terkait, dengan memberikan arahan, saran, kritik, dan masukan yang positif dan konstruktif
5. Mahasiswa Bimbingan dan Dosen Pembimbing sepakat mengikuti aturan-aturan yang berlaku di Program Studi Teknik Informatika terkait keseluruhan proses Tugas Akhir seperti rentang waktu penggeraan, perjadwalan bimbingan, masa berlakunya judul TA, seminar dan laporan progres, sidang dan penulisan buku TA, publikasi artikel ilmiah, dan lain-lain
6. Mahasiswa Bimbingan sebagai Pencipta memiliki Hak atas Kekayaan Intelektual (HaKI) atas hasil penelitian Tugas Akhir yang dikerjakannya; baik dalam bentuk Proposal TA, Laporan atau Buku TA, publikasi artikel ilmiah, maupun bentuk lain hasil luaran proses Tugas Akhir termasuk Hak Cipta dan Paten.
7. Dosen Pembimbing memiliki hak non-eksklusif untuk menggunakan, mengambil, menggandakan, dan/atau mengubah hasil penelitian Mahasiswa Bimbingan yang substansial untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah dengan tidak merugikan kepentingan yang wajar dari Mahasiswa Bimbingan.
8. Mahasiswa Bimbingan dan Dosen Pembimbing sepakat untuk mematuhi etika publikasi karya ilmiah dalam menyampaikan hasil penelitian Tugas Akhir kepada masyarakat luas & bersedia untuk bertanggung jawab secara hukum jika terbukti melakukan pelanggaran Hak Cipta terhadap ciptaan pihak lain dalam proses penelitian Tugas Akhir.
9. Mahasiswa Bimbingan dan Dosen Pembimbing sepakat untuk menjaga kerahasiaan data dan informasi yang diperoleh selama proses penelitian Tugas Akhir.
10. Mahasiswa Bimbingan dan Dosen Pembimbing sepakat untuk menyelesaikan segala permasalahan yang mungkin timbul selama proses penelitian secara musyawarah dan mufakat.

Demikian pernyataan kesepakatan bimbingan dan penelitian Tugas Akhir ini disusun untuk dimanfaatkan secara seksama.

Mahasiswa Bimbingan

Ahmad Abdur Rozaq

NIM 1461900322

Surabaya, 13-November-2024

Dosen Pembimbing

Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.

NIDN 0717067303

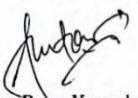
## Lampiran 2

### Lembar Bimbingan Topik Khusus Penelitian dan Persetujuan Maju Sidang TKP

| PROGRAM STUDI INFORMATIKA - UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA<br>LEMBAR BIMBINGAN TOPIK KHUSUS PENELITIAN |  |
|--|--|
| N.I.M  | 1461900322   |
| Nama Lengkap   | Ahmad Abdur Rozaq  |
| No. Ponsel   | 085604472085   |
| Bidang Minat TA  | (1) Sistem Informasi (2) Sistem Interaktif (3) Sistem Gerak (4) Sistem Baru & Jaringan                             |
| Topik TA   | Rancang Bangun Sistem Kendali pemeliharaan Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis IoT Menggunakan metode PID |
| Pembimbing 1   | Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.  |
| Pembimbing 2   | —  |

Dokumentasi Bimbingan ke Dosen Pembimbing

| No | Hari, Tanggal     | Uraian Aktivitas/Konten Bimbingan | ACC Bimbingan |
|----|-------------------|-----------------------------------|---------------|
| 1  | 18/ Oktober 2024  | Menentukan Ide Topik penelitian   | ✓             |
| 2  | 21/ Oktober 2024  | Acc judul penelitian              | ✓             |
| 3  | 12/ November 2024 | Bimbingan Bab I TKP               | ✓             |
| 4  | 20/ November 2024 | Bimbingan Bab II TKP              | ✓             |
| 5  | 04/ Desember 2024 | Bimbingan Bab III TKP             | ✓             |
| 6  | 10/ Desember 2024 | Bimbingan Bab III TKP             | ✓             |
| 7  | 20/ Januari 2025  | Bimbingan Bab III TKP             | ✓             |
| 8  |                   |                                   |               |

| PERSETUJUAN MAJU SIDANG TKP (PROPOSAL TA)   |  |
|---|--|
| di Semester: GASAL Tahun Akademik 2024-2025   |  |
| Disetujui pada: 20 Jan 2025   |  |
| Dengan Usulan<br>Judul Tugas Akhir  | Rancang Bangun Sistem Kendali pemeliharaan<br>Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis IoT Menggunakan<br>Metode PID |
| Pembimbing 1  | Pembimbing 2   |
|  | —  |
| (Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.)   | (.....)  |

## Lampiran 3

### Lembar Bimbingan Seminar Progress dan Persetujuan Maju Sidang Seminar Progress

| PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA<br>LEMBAR BIMBINGAN SEMINAR PROGRESS TUGAS AKHIR |  |  |               |
|--|--|--|---------------|
| N.I.M  | 1461900322   |  |               |
| Nama Lengkap   | Ahmed Abdur Rozaq  |  |               |
| No. Ponsel   | 085 601 472 080  |  |               |
| Pembimbing Utama   | Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.  |  |               |
| Co-Pembimbing  |  |  |               |
| Judul Tugas Akhir  | Rancang Bangun Sistem kendali peneliharaan Tanaman Anubias Nana pada Aquascape Berbasis Internet Of Things |  |               |
| Monitoring Bimbingan ke Dosen Pembimbing Utama/Co-Pembimbing   |  |  |               |
| No   | Hari, Tanggal  | Uraian Isi Bimbingan                                     | Acc Bimbingan |
| 1  | 12 / Februari 2025<br>Tgl mulai bimbingan  | Diskusi Penambahan Abut utuk Volume Larutan puput dan pH | ✓             |
| 2  | 17 / Maret 2025  | Pembahasan Penelitian Abut yang sesuai Dengan kebutuhan  | ✓             |
| 3  | 16 / April 2025  | Review Hasil Revisi Sidang TA                            | ✓             |
| 4  | 30 / April 2025  | Bimbingan Bab 4 Progress tahap penelitian                | ✓             |
| 5  | 6 / Mei 2025   | Pendalaman cara kerja                                    | ✓             |
| 6  | 19 / Mei 2025  | Disleusi Revisi dan pengacuran Laporan                   | ✓             |
| CHECKLIST PERSETUJUAN MAJU SEMINAR PROGRESS TA<br>di Semester: GASAL tahun akademik 2023-2024                            |  |  |               |
| ACC Pembimbing Utama<br>Laporan Seminar Progress   | ✓  | ACC Co-Pembimbing<br>Laporan Seminar Progress            |               |
| ACC Pembimbing Utama<br>Progress Karya TA  | ✓  | ACC Co-Pembimbing<br>Progress Karya TA                   |               |
| ACC Maju Seminar Progress TA   |  |  |               |
| Tanggal: 16 . Mei 2025<br><br>( Anton Breva Yunanda, ST., M.MT.)   | Tanggal:<br>Ttd. Co-Pembimbing<br>( )  |  |               |

Hal. 1 – Lembar Bimbingan Seminar Progress TA

## Lampiran 4

### Lembar Bimbingan Sidang Tugas Akhir dan Persetujuan Maju Sidang Tugas Akhir



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
**LEMBAR BIMBINGAN SIDANG TUGAS AKHIR**

|                   |   |
|-------------------|---|
| N.I.M             | 1461900322  |
| Nama Lengkap      | Ahmad Abdur Rozaq   |
| No. Ponsel        | 085604472085  |
| Pembimbing Utama  | Anton Breva Yunanda,S.T.,M.MT.  |
| Judul Tugas Akhir | RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERAWATAN TANAMAN<br>ANUBIAS NANA PADA AQUASCAPE BERBASIS INTERNET OF THINGS<br>(IOT) |

Monitoring Bimbingan ke Dosen Pembimbing Utama/Co-Pembimbing

| No | Hari, Tanggal        | Uraian Isi Bimbingan   | ACC Bimbingan |
|----|----------------------|--|---------------|
| 1  | Kamis, 8 Mei 2025    | Revisi laporan dan penyempurnaan sistem pasca seminar progress               |               |
| 2  | Rabu, 14 Mei 2025    | Pengembangan logika sistem dan penyesuaian isi laporan Bab IV dan V          |               |
| 3  | Rabu, 28 Mei 2025    | Uji coba sistem kendali otomatis dengan ESP32 dan monitoring Telegram        |               |
| 4  | Selasa, 10 Juni 2025 | Sinkronisasi logika keseluruhan dalam satu loop dan pengujian sistem lengkap |               |
| 5  | Rabu, 18 Juni 2025   | Pembahasan evaluasi kendala dan implementasi                                 |               |
| 6  | Senin, 30 Juni 2025  | Finalisasi laporan dan persiapan sidang tugas akhir                          |               |

#### PERSETUJUAN MAJU SIDANG TUGAS AKHIR di Semester GASAL tahun akademik 2025-2026

|   |  |                                     |  |
|---|--|-------------------------------------|--|
| ACC Pembimbing Utama<br>Draft Buku TA                         |  | ACC Co-Pembimbing<br>Draft Buku TA  |  |
| ACC Pembimbing Utama<br>Hasil Karya TA                        |  | ACC Co-Pembimbing<br>Hasil Karya TA |  |
| <b>ACC Maju Sidang Tugas Akhir</b>                            |  |                                     |  |
| Tanggal: Senin, 30 Juni 2025                                  |  | Tanggal: .....                      |  |
| Ttd. Pembimbing Utama<br><br>(Anton Breva Yunanda,S.T.,M.MT.) |  | Ttd. Co-Pembimbing<br><br>(.....)   |  |

PROGRAM STUDI INFORMATIKA – UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

Hal. 1 – Lembar Bimbingan Sidang Tugas Akhir

## Lampiran 5

### Dokumentasi Penelitian





Smart\_Aquascape | Arduino IDE 2.3.6

```

File Edit Sketch Tools Help
ESP32 Dev Module
Smart_Aquascape.ino
234     u8g2.setFont(&OGLPFont_6x13_tr);
235     if (!l1varOldID) {
236         String s1 = "Suhu : " + String(suhu, 1) + " C";
237         String s2 = "STATUS : " + string(suhu < 22 ? "HEATER ON" : "KIPAS ON");
238         float ph = 3.5 + analogRead(SENSOR_PH) * 3.3 / 4095.0;
239         String s3 = "PH : " + string(ph);
240         String s4 = "STATUS : " + string(intervalPH > 10000 ? (ph < 6.5 ? "UP PH" : "DOWN PH") : "NORMAL");
241         u8g2.drawString(tengah(s1), 12, s1_c.str());
242         u8g2.drawString(tengah(s2), 27, s2_c.str());
243         u8g2.drawString(tengah(s3), 42, s3_c.str());
244         u8g2.drawString(tengah(s4), 57, s4_c.str());
245     }
246     String s1 = "LAMPU : " + String(digitalRead(RELAY_LAMPU) == LOW ? "ON" : "OFF");
247     String s2 = "16:00 - 21:00";
248     String s3 = "WAKTUSETJAKNUTRISI : " + waktusejaknutrisi(lastnutrisi, now);
249     String s4 = har1jamString(now);
250     u8g2.drawString(tengah(s1), 12, s1_c.str());
251     u8g2.drawString(tengah(s2), 27, s2_c.str());
252     u8g2.drawString(tengah(s3), 42, s3_c.str());
253     u8g2.drawString(tengah(s4), 57, s4_c.str());
}

```

Output Serial Monitor X

Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')

```

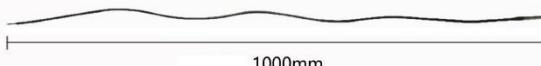
=====
Status BUDID & PH =====
Suhu : 29.78 C
Kipas : ON
Heater : OFF
PH : 7.14
PH rendah Membanding pH Up...
===== PENGALAMAN =====
Lampa : OFF
Nutrisi : OFF
Waktu : 19:32:38
=====
```

28°C  
Bawakan

Ln 188, Col 58 ESP32 Dev Module on COM3 19:33 17/03/2025

## PRODUCT INTRODUCTION

UMW DS18B20 digital temperature probe is a delicate and compact, high sensitivity, high temperature sensing speed, anti-interference, high precision external temperature probe, suitable for harsh environment of the field temperature measurement.



## PRODUCT SIZE

The diameter of the temperature sensing area of the metal probe is 6mm, and the length of exposed metal is 50mm.



## PRODUCT SPECIFICATION

| SPECIFICATION           |  |
|-------------------------|--|
| The product name        | UMW DS18B20 digital temperature probe      |
| Product model           | UMW DS18B20Axx                             |
| The shell material      | Stainless steel                            |
| The length of the cable | 1m/3m/5m/Custom length                     |
| Working voltage         | 2.5~5.5V                                   |
| Measuring range         | Temperature: 55 °C ~ + 125 °C              |
| Accuracy of measurement | ±0.4°C (at -10°C ~ +85°C)                  |
| Power consumption       | ≤0.1W                                      |
| Protection grade        | IP68                                       |
| Lightning protection    | Level 1                                    |
| The output terminal     | VDD (Red)      DQ (Yellow)      GND (Blue) |

## DESCRIPTION

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to +125°C and is accurate to  $\pm 0.4^\circ\text{C}$  over the range of -10°C to +70°C. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply. Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

## FEATURES

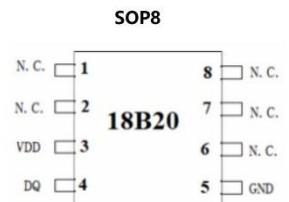
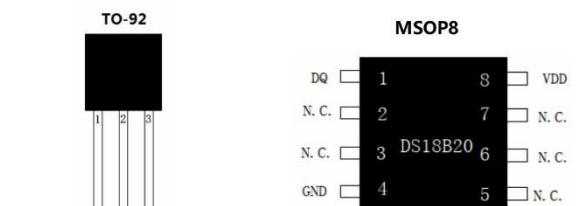
- 1-Wire Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Each Device has a Unique 64-Bit Serial Code

Stored in an On-Board ROM

- Multidrop Capability Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications
- Requires No External Components
- Can Be Powered from Data Line; Power Supply Range is 2.5V to 5.5V
- Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
- $\pm 0.4^\circ\text{C}$  Accuracy from -10°C to +70°C
- Thermometer Resolution is User Selectable from 9 to 12 Bits
- Converts Temperature to 12-Bit Digital Word in 400ms (Max)
- User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings
- Alarm Search Command Identifies and Addresses Devices Whose Temperature is Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SOJ8 and 3-Pin TO-92 Packages
- Applications Include Thermostatic Controls, Industrial Systems, Consumer Products, Thermometers, or Any Thermally Sensitive System

▪ **ESD Rating: HBM8000V, MM800V**

## PIN CONFIGURATIONS



## PIN CONFIGURATIONS

| PIN           |       | NAME            | FUNCTION  |
|---------------|-------|-----------------|---|
|               | TO-92 |                 |   |
| 1,2,6,<br>7,8 | —     | N.C.            | No Connection   |
| 3             | 3     | V <sub>DD</sub> | Optional V <sub>DD</sub> . V <sub>DD</sub> must be grounded for operation in parasite power mode.   |
| 4             | 2     | DQ              | Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the <i>Powering the DS18B20</i> section.) |
| 5             | 1     | GND             | Ground  |

## OVERVIEW

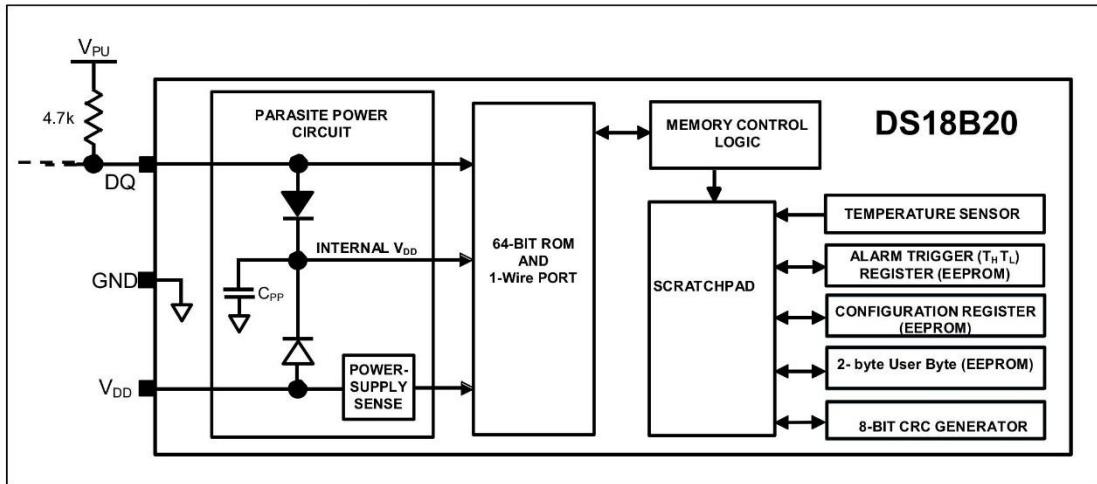
Figure 1 shows a block diagram of the DS18B20, and pin descriptions are given in the *Pin Description* table. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers ( $T_H$  and  $T_L$ ) and the 1-byte configuration register. The configuration register allows the user to set the resolution of the temperature-to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits. And there are 2-byte user programmable EEPROM. The  $T_H$ ,  $T_L$ , configuration registers, and 2-byte user programmable EEPROM are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18B20 uses 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire

bus protocol, including detailed explanations of the commands and “time slots,” is covered in the *1-Wire Bus System* section.

Another feature of the DS18B20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor via the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor ( $C_{PP}$ ), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as “parasite power.” As an alternative, the DS18B20 may also be powered by an external supply on  $V_{DD}$ .

**Figure 1. DS18B20 Block Diagram**



## OPERATION—MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, corresponding to increments of  $0.5^{\circ}\text{C}$ ,  $0.25^{\circ}\text{C}$ ,  $0.125^{\circ}\text{C}$ , and  $0.0625^{\circ}\text{C}$ , respectively. The default resolution at power-up is 12-bit. The DS18B20 powers up in a low-power idle state. To initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue “read time slots” (see the *1-Wire Bus System* section) after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18B20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the *Powering the DS18B20* section.

The DS18B20 output temperature data is calibrated in degrees Celsius; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two’s complement number in the temperature register (see Figure 2). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers  $S = 0$  and for negative numbers  $S = 1$ . If the DS18B20 is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1, and 0 are undefined. Table 1 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

# PH meter SKU SEN0161

**SKU:SEN0161 (<https://www.dfrobot.com/product-1025.html>)**

(<https://www.dfrobot.com/product-1025.html>)



## Introduction

Need to measure water quality and other parameters but haven't got any low cost pH meter? Find it difficult to use with Arduino (<https://www.dfrobot.com/category-35.html>)? Here comes an

analog pH meter, specially designed for **Arduino controllers** (<https://www.dfrobot.com/category-104.html>) and has built-in simple, convenient and practical connection and features. It has an LED which works as the Power Indicator, a BNC connector and PH2.0 sensor interface. To use it, just connect the pH sensor with BNC connector, and plug the PH2.0 interface into the analog input port of any Arduino controller (<https://www.dfrobot.com/category-104.html>). If pre-programmed, you will get the pH value easily. Comes in compact plastic box with foams for better mobile storage.

**Attention:**In order to ensure the accuracy of the pH probe, you need to use the standard solution to calibrate it regularly.Generally, the period is about half a year. If you measure the dirty aqueous solution, you need to increase the frequency of calibration.

## Applications

- Water quality testing
- Aquaculture

## Specification

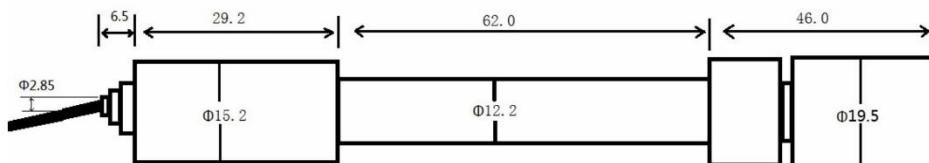
- Module Power : 5.00V
- Module Size : 43mm×32mm
- Measuring Range:0-14PH
- Measuring Temperature :0-60 °C

- Accuracy :  $\pm 0.1\text{pH}$  (25 °C)
- Response Time :  $\leq 1\text{min}$
- pH Sensor with BNC Connector
- PH2.0 Interface ( 3 foot patch )
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED
- Cable Length from sensor to BNC connector:660mm

## Board Overview

---

### pH Electrode Size



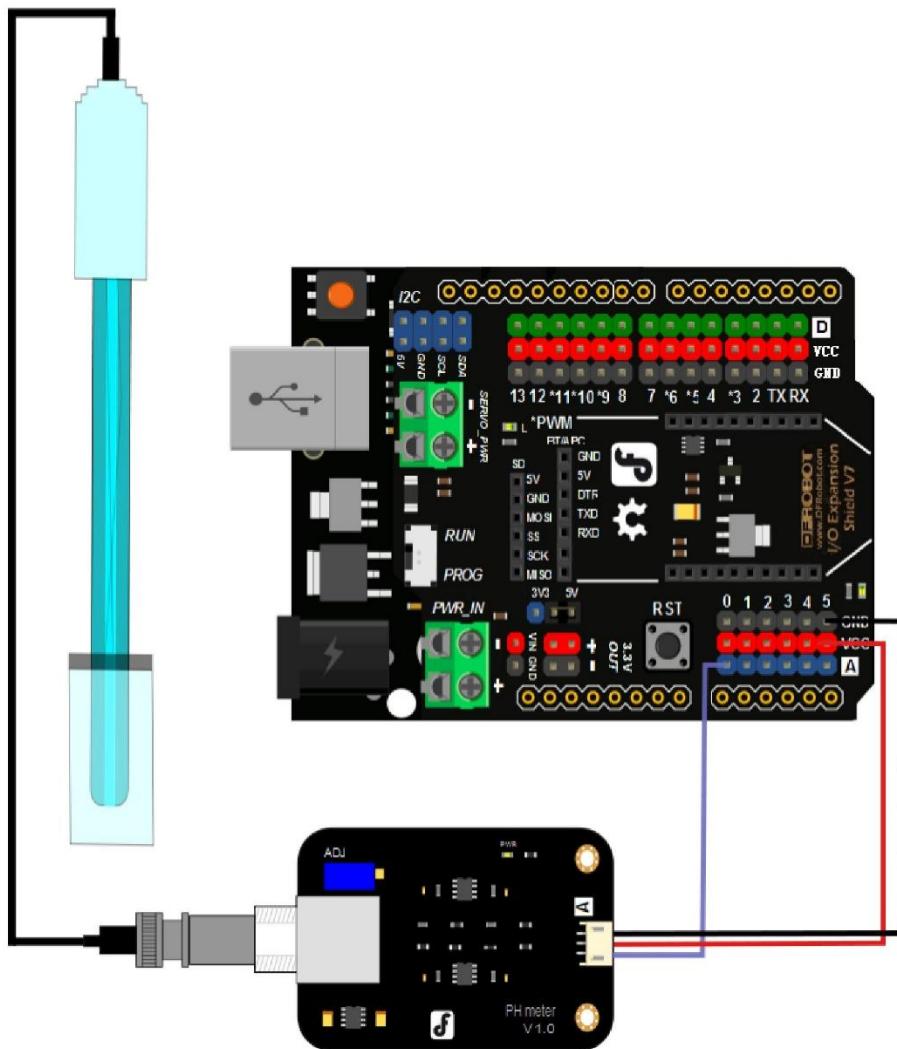
### pH Electrode Characteristics

The output of pH electrode is Millivolts, and the pH value of the relationship is shown as follows (25 °C):

| VOLTAGE (mV) | pH value | VOLTAGE (mV) | pH value |
|--------------|----------|--------------|----------|
| 414.12       | 0.00     | -414.12      | 14.00    |
| 354.96       | 1.00     | -354.96      | 13.00    |
| 295.80       | 2.00     | -295.80      | 12.00    |
| 236.64       | 3.00     | -236.64      | 11.00    |
| 177.48       | 4.00     | -177.48      | 10.00    |
| 118.32       | 5.00     | -118.32      | 9.00     |
| 59.16        | 6.00     | -59.16       | 8.00     |
| 0.00         | 7.00     | 0.00         | 7.00     |

## Tutorial

### Connecting Diagram



### Step to Use the pH Meter

#### Cautions:

- Please use an external switching power supply, and the voltage as close as possible to the +5.00V. More accurate the voltage, more higher the accuracy!

- Before the electrode in continuous use every time,you need to calibrate it by the standard solution,in order to obtain more accurate results.The best environment temperature is about 25 °C,and the pH value is known and reliable,close to the measured value. If you measure the acidic sample, the pH value of the standard solution should be 4.00.If you measure the alkaline sample, the pH value of the standard solution should be 9.18.Subsection calibration, just in order to get a better accuracy.
- Before the pH electrode measured different solutions, we need to use water to wash it. We recommend using deionized water.

\*\*(1)\*\*Connect equipments according to the graphic,that is,the pH electrode is connected to the BNC connector on the pH meter board, and then use the connection lines,the pH meter board is connected to the ananlong port 0 of the Arduino controller (<https://www.dfrobot.com/category-104.html>). When the Arduino controller gets power,you will see the blue LED on board is on.

\*\*(2)\*\*Upload the sample code to the Arduino controller.

\*\*(3)\*\*Put the pH electrode into the standard solution whose pH value is 7.00, or directly shorted the input of the BNC connector.Open the serial monitor of the Arduino IDE,you can see the pH value printed on it,and the error does not exceed 0.3. Record the pH value printed,then compared with 7.00, and the difference should be changed into the "Offset" in the sample code. For example,the pH value printed is 6.88,so the difference is 0.12.You should change the "# define Offset 0.00" into "# define Offset 0.12" in your program.

\*\*(4)\*\*Put the pH electrode into the pH standard solution whose value is 4.00.Then wait about one minute,adjust the gain potential device, let the value stabilise at around 4.00.At this time,the acidic calibration has been completed and you can measure the pH value of an acidic solution.

**Note:**If you want to measure the pH value of other solution,you must wash the pH electrode first!

(5) According to the linear characteristics of pH electrode itself, after the above calibration,you can directly measure the pH value of the alkaline solution, but if you want to get better accuracy, you can recalibrate it. Alkaline calibration use the standard solution whose pH value is 9.18.Also adjust the gain potential device, let the value stabilise at around 9.18. After this calibration, you can measure the pH value of the alkaline solution.

## Sample Code

Sample code for testing the PH meter and get the sensor feedback from the Arduino Serial Monitor.