

## RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PERAWATAN TANAMAN ANUBIAS NANA PADA AQUASCAPE BERBASIS INTERNET OF THINGS

Ahmad Abdur Rozaq<sup>1\*</sup>, Anton Brevi Yunanda<sup>2</sup>, Mochamad Sidqon<sup>3</sup>, Agung Kridoyono<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia

[ahmadabdurrozaq1811@gmail.com](mailto:ahmadabdurrozaq1811@gmail.com)<sup>1\*</sup>

[humas@untag-sby.ac.id](mailto:humas@untag-sby.ac.id)

Received: 30-07-2025

Revised: 10-08-2025

Approved: 16-08-2025

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat mengotomatisasi perawatan tanaman Anubias Nana pada aquascape. Permasalahan yang diangkat adalah keterbatasan waktu dan aktivitas pengguna yang menyulitkan perawatan manual secara rutin, yang berdampak pada kondisi tanaman. Tujuan utamanya adalah menjaga kestabilan suhu dan pH air, serta menjadwalkan pemberian nutrisi dan pencahayaan secara otomatis. Metode yang digunakan termasuk penelitian rekayasa (engineering research), dimulai dengan studi literatur untuk menentukan parameter ideal tanaman Anubias Nana, dilanjutkan dengan perancangan dan implementasi sistem berbasis ESP32. Sistem menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor pH analog, serta modul RTC untuk mengatur waktu. Aktuator yang dikendalikan meliputi kipas pendingin, pemanas air, pompa peristaltik (penambah pH), pompa nutrisi, serta lampu LED. Sistem diuji langsung pada aquascape yang berisi Anubias Nana. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu air stabil pada kisaran 26–28°C dan pH 6,5–7,5, serta menjalankan penambahan nutrisi dan pencahayaan sesuai jadwal RTC. Sistem juga dilengkapi notifikasi Telegram untuk memberi informasi status dan peringatan saat cairan nutrisi hampir habis. Dengan demikian, sistem ini efektif mengotomatisasi perawatan Anubias Nana dan berpotensi menjadi solusi praktis bagi pengguna yang memiliki keterbatasan waktu.

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

### PENDAHULUAN

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 [6]. Selain sebagai hobi, aquascaping juga memiliki nilai visual tinggi dalam memperindah ruangan. Tanaman air memainkan peran penting dalam *aquascape*, tidak hanya sebagai elemen visual, tetapi juga dalam menjaga keseimbangan ekosistem mini di dalam akuarium [10].

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 [18]. 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 [14]. 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 [12]. 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 [4], 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 [11]. Selain itu, fluktuasi suhu dan pH air juga turut memengaruhi kesehatan tanaman secara signifikan [13]. Permasalahan-permasalahan ini menjadi tantangan bagi para penghobi *aquascape* dalam menjaga kesehatan tanaman secara konsisten.

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.

Tidak seperti tanaman *aquascape* lainnya, *Anubias Nana* memiliki toleransi terhadap kadar CO<sub>2</sub> rendah, sehingga tidak memerlukan sistem penambahan CO<sub>2</sub> secara intensif. Oleh karena itu, perawatan tanaman ini lebih bergantung pada kestabilan parameter lingkungan lainnya seperti pencahayaan, suhu, pH, dan nutrisi cair. Namun, kesibukan pengguna sering menjadi hambatan dalam melakukan pemeliharaan yang konsisten. Akibatnya, parameter lingkungan dalam akuarium menjadi tidak stabil, yang berdampak pada rusaknya tanaman [9]. Kondisi ini juga menyebabkan penurunan nilai estetika dari *aquascape* secara keseluruhan [15].

Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai pendekatan otomatisasi berbasis Internet of Things (IoT) telah banyak diterapkan untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan tanaman. Salah satu referensi penting berasal dari penelitian [5] yang mengembangkan sistem otomatis pada tanaman cabai hidroponik berbasis logika fuzzy untuk mengatur pH dan TDS secara real-time. Sistem ini berbasis Arduino dan NodeMCU, yang menginspirasi penggunaan platform serupa dalam mengelola nutrisi dan kondisi air secara otomatis pada tanaman *aquascape*.

Pendekatan serupa juga terlihat pada penelitian oleh (Hendrawan, 2022)[7] yang mengembangkan sistem otomatis berbasis Internet of Things (IoT) untuk menjaga kestabilan pH air pada tanaman *aquascape*. Sistem ini menggunakan sensor pH E-4502C dan mikrokontroler ESP32 untuk mengendalikan dua pompa, yaitu pompa larutan asam dan basa, secara otomatis saat nilai pH keluar dari rentang ideal 6,5–7,5. Sistem dikendalikan melalui aplikasi Android yang terhubung ke Firebase,

sehingga pengguna dapat memantau dan mengontrol secara jarak jauh. Penelitian ini menjadi rujukan penting dalam pengembangan sistem yang penulis bangun, khususnya dalam mekanisme kontrol pH otomatis. Namun, penulis memperluas cakupan sistem menjadi lebih terintegrasi dengan menambahkan fitur kendali suhu, penjadwalan pemberian nutrisi, tampilan OLED, serta notifikasi peringatan melalui Telegram agar sistem lebih adaptif terhadap kebutuhan tanaman Anubias Nana dalam aquascape.

Penelitian oleh (Suryadinatha, 2020)[16] mengembangkan sistem IoT untuk otomatisasi perawatan tanaman air aquascape, khususnya dalam mengontrol pencahayaan berbasis HPL dan suhu menggunakan sensor DS18B20 serta DHT11. Ketika suhu melebihi 31°C, kipas pendingin aktif secara otomatis, dan seluruh data dipantau melalui aplikasi Blynk. Pendekatan ini menunjukkan pentingnya otomatisasi dalam menjaga kestabilan suhu dan pencahayaan akuarium. Meskipun fokus utamanya pada mencegah overheating lampu, prinsip dasar pengendalian suhu dan integrasi IoT dalam penelitian ini sejalan dan dapat diadopsi dalam sistem yang lebih kompleks, seperti pada penelitian ini yang mencakup pengendalian pH, nutrisi cair, dan pencahayaan untuk mendukung pertumbuhan optimal Anubias Nana.

Pendekatan serupa juga terlihat pada penelitian (Brahmantika, 2019)[2] yang mengotomatisasi pengendalian suhu, kekeruhan air, dan pencahayaan dalam sistem aquascape menggunakan Arduino UNO. Konsep pengaturan suhu air dengan heater atau peltier, serta penggunaan RTC untuk pencahayaan, menjadi dasar pengembangan sistem kendali lingkungan yang terintegrasi dalam penelitian ini.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Susanto et al., 2022)[17], berjudul "*Rancang Bangun Internet of Things (IoT) Monitoring Aquascape Berbasis Android*", dikembangkan sistem IoT untuk memantau dan mengontrol suhu, pencahayaan, serta pemberian pupuk cair pada aquascape. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DS18B20, dan TDS Meter, serta Firebase Realtime Database sebagai penghubung antara perangkat dan aplikasi Android. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja sesuai tujuan meskipun terdapat delay dalam pengiriman data. Penelitian ini relevan karena turut mengadopsi pendekatan IoT untuk pengelolaan aquascape, sehingga dapat menjadi acuan dalam merancang sistem pemantauan dan kontrol yang lebih terintegrasi dan responsif, khususnya untuk kebutuhan spesifik seperti perawatan tanaman Anubias Nana.

Pendekatan serupa juga terlihat pada penelitian oleh (Zain et al., 2021)[20] yang merancang sistem otomatisasi perawatan aquascape berbasis IoT, dengan fokus pada penggantian air dan pemberian pupuk cair. Sistem ini memanfaatkan kombinasi Arduino Mega 2560, NodeMCU ESP8266, sensor kekeruhan, dan modul RTC untuk menjadwalkan proses perawatan. Solenoid valve dan pompa dikontrol otomatis berdasarkan tingkat kekeruhan, sedangkan pemberian pupuk dan notifikasi dikendalikan melalui Telegram. Penelitian ini memperkuat relevansi penggunaan otomasi berbasis jadwal dan sensor dalam sistem aquascape. Dalam penelitian penulis, prinsip serupa diterapkan namun dengan pengembangan sistem yang lebih terintegrasi, seperti penambahan pengendalian suhu, pemantauan pH otomatis, serta sistem peringatan level nutrisi, sehingga mendukung ekosistem tanaman Anubias Nana secara lebih menyeluruh.

Penelitian lain oleh (Nuryadi et al., 2021)[9] juga menggarisbawahi pentingnya otomatisasi dalam perawatan aquascape dengan merancang sistem kendali berbasis mikrokontroler untuk mengatur suhu, pencahayaan, dan suplai karbon dioksida (CO<sub>2</sub>).

Sistem ini menggunakan sensor suhu DS18B20, sensor warna TCS3200, serta RTC DS3231 yang dikendalikan melalui platform Thingspeak untuk pemantauan jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menjaga suhu antara 22–28°C, menyesuaikan durasi pencahayaan dengan siklus harian, dan mengontrol CO<sub>2</sub> secara otomatis berdasarkan indikator visual. Meskipun belum secara khusus meneliti tanaman Anubias Nana, pendekatan variabel kendali yang digunakan sangat relevan untuk dijadikan acuan dalam pengembangan sistem serupa.

Melalui penelitian ini, dirancang sebuah sistem kendali otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang ditujukan untuk mempermudah perawatan tanaman Anubias Nana dalam aquascape. Sistem ini mampu menjaga kestabilan parameter lingkungan seperti suhu dan pH air secara real-time, serta mengatur pencahayaan dan pemberian nutrisi cair sesuai dengan kebutuhan spesifik tanaman. Dengan penerapan teknologi IoT, pemantauan dan pengendalian lingkungan akuarium dapat dilakukan secara otomatis tanpa perlu intervensi manual yang berkelanjutan. Harapannya, sistem ini dapat membantu menjaga kesehatan tanaman Anubias Nana secara konsisten, sekaligus mengurangi risiko kerusakan akibat kesibukan pengguna maupun kurangnya pemahaman terkait dosis perawatan yang ideal. Selain itu, sistem ini diharapkan menjadi kontribusi dalam pengembangan otomatisasi aquascape yang adaptif dan hemat waktu bagi para penghobi maupun pemula.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam kategori rekayasa teknologi (engineering research), yaitu penelitian yang berfokus pada proses perancangan, pengembangan, dan implementasi sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) untuk perawatan tanaman Anubias Nana dalam ekosistem aquascape. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode campuran, dengan penekanan pada model *Research and Development* (R&D). Metode *Research and Development* (R&D) merupakan pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk tertentu serta menguji kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk tersebut [19]. Dalam konteks ini, sistem yang dikembangkan dirancang khusus untuk menunjang pertumbuhan tanaman Anubias Nana pada ekosistem aquascape. Sistem ini tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantauan, tetapi juga mampu mengendalikan suhu, pH, pencahayaan, dan pemberian nutrisi secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur monitoring tambahan guna mendukung kesehatan tanaman serta menjaga estetika keseluruhan aquascape.

Tahapan yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan pengembangan sistem. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Pengumpulan informasi kebutuhan, yaitu mengidentifikasi komponen yang dibutuhkan seperti sensor suhu, sensor pH, pompa peristaltik, RTC, relay, dan ESP32, yang sesuai untuk diterapkan pada sistem perawatan tanaman Anubias Nana di dalam aquascape.
2. Perakitan alat, dilakukan dengan menyusun seluruh komponen menjadi satu sistem kendali otomatis berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32.
3. Implementasi sistem pada aquascape, sistem yang telah dirakit diintegrasikan langsung dengan media aquascape berisi tanaman Anubias Nana untuk melihat performa kerja secara nyata.

4. Evaluasi sistem, dilakukan pengamatan terhadap kinerja sistem selama beberapa hari, untuk menilai keandalan fungsi otomatisasi dalam menjaga suhu, pencahayaan, pH, dan pemberian nutrisi secara terjadwal.

Pada tahap awal, pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk menggali kebutuhan pengguna melalui informasi dari pengalaman penghobi dan pelaku usaha aquascape khususnya yang menggunakan tanaman anubias nana. Data awal ini digunakan sebagai dasar dalam merancang spesifikasi teknis sistem, memilih komponen, menyusun algoritma kontrol, serta menyatukan seluruh komponen menjadi sistem yang utuh. Informasi dari studi literatur, observasi, dan wawancara digunakan untuk merancang sistem kendali otomatis yang terdiri dari sensor suhu DS18B20, sensor pH analog, modul RTC DS3231, pompa peristaltik, modul relay, kipas pendingin, pemanas air, float switch, buzzer, dan OLED display, semua komponen dikendalikan oleh 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 [8]. 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.

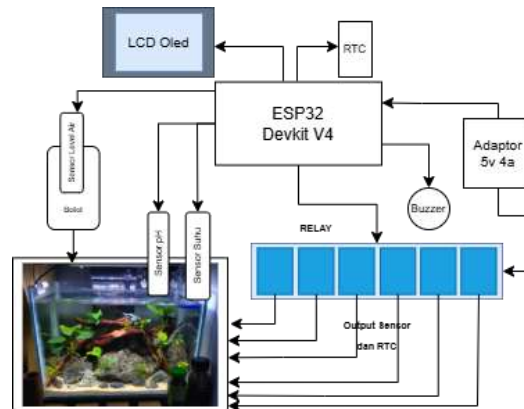
ESP32 adalah salah satu mikrokontroler yang paling mudah digunakan yang berfungsi menerima data dari berbagai sensor yang digunakan dalam sistem, antara lain sensor suhu, sensor pH, sensor level air, serta modul RTC (Real-Time Clock) sebagai penentu waktu otomatis [1]. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini diproses oleh ESP32 untuk mengendalikan berbagai aktuator secara otomatis. Aktuator yang digunakan mencakup pemanas, kipas pendingin, lampu LED, pompa peristaltik untuk pengaturan pH, dan pompa nutrisi. Relay digunakan sebagai komponen penghubung antara mikrokontroler dan perangkat bertegangan tinggi. Relay merupakan perangkat elektronika yang dapat menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang besar yang memungkinkan sistem mengontrol perangkat elektronik secara aman dan terpisah dari sirkuit logika [3]. Seluruh aktuator tersebut dijalankan melalui enam kanal relay yang berfungsi sebagai saklar elektronik, sehingga sistem dapat merespons kondisi lingkungan akuarium sesuai kebutuhan tanaman Anubias Nana

Tabel 1. Spesifikasi peralatan

No	Komponen	Spesifikasi
1	Mikrokontroler ESP32	Dual core, 240 MHz, Wi-Fi + Bluetooth
2	Sensor Suhu	DS18B20, digital, tahan air, akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
3	Sensor pH	Sensor analog, tegangan input 5V
4	RTC	DS3231, akurasi tinggi, I2C interface
5	Pompa Peristaltik	5V DC, debit $\pm 5$ ml/6 detik
6	OLED Display	1.3 inch, 128x64 px, I2C interface
7	Relay	6 channel, 5V, kendali kipas dan heater
8	Kipas & Heater	Kipas 12V 0.25A, Heater 25W

No	Komponen	Spesifikasi
9	Lampu	Lampu LED Aquarium
10	Float Switch	Sensor level air, normally closed
11	Buzzer	5V DC, untuk notifikasi kondisi darurat

Blok diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 1, yang menggambarkan hubungan antara sensor, mikrokontroler, dan aktuator yang digunakan dalam pengendalian parameter lingkungan aquascape.



Gambar 1. Blok Model Perancangan

Gambar 2 menunjukkan alur logika sistem dalam bentuk flowchart. Proses dimulai dari pembacaan sensor, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan keputusan berdasarkan ambang batas suhu, pH, dan waktu pemberian nutrisi. Sistem dirancang untuk berjalan secara otomatis tanpa intervensi manual.



Gambar 2 Flowchart Proses Sistem

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini berupa sebuah sistem kendali otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang telah berhasil dirancang, dibangun, dan diimplementasikan untuk menunjang perawatan tanaman *Anubias Nana* pada media aquascape air tawar. Sistem ini bekerja secara terintegrasi dengan memanfaatkan kombinasi sensor, aktuator, serta modul penjadwalan waktu untuk menjaga parameter lingkungan tetap optimal tanpa membutuhkan pemantauan manual secara terus-menerus.

### Identifikasi Kebutuhan Komponen

Sebagai pusat kendali utama, sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 Devkit V4, yang memproses data dari berbagai sensor dan mengatur logika kerja perangkat berdasarkan pemrograman yang telah ditanamkan. Dua sensor utama dalam sistem ini adalah DS18B20 untuk pengukuran suhu air, dan sensor pH analog untuk mendeteksi tingkat keasaman air. Kedua sensor tersebut terhubung langsung ke ESP32 dan telah dikalibrasi agar dapat membaca data secara *real-time*. Hasil pembacaan kemudian ditampilkan pada layar OLED 1.3 inch, sehingga pengguna dapat memantau kondisi lingkungan aquascape secara langsung.

Nilai suhu dan pH digunakan sebagai acuan untuk mengaktifkan aktuator yang terdiri dari:

- Heater: menyala jika suhu < 22°C
- Kipas pendingin: menyala jika suhu > 28°C
- Pompa peristaltik pH up/down: menyala selama 6 detik untuk koreksi pH di luar rentang 6.5–7.5

Selain itu, sistem juga menggunakan modul RTC DS3231 untuk mengatur jadwal penyalan dan pemadaman lampu LED (pukul 14.00–21.00 WIB) serta pemberian nutrisi cair setiap hari Senin pukul 07.00 WIB melalui pompa peristaltik. Semua aktuator dikendalikan oleh relay 4-channel, yang memungkinkan sistem bekerja secara otomatis sesuai kondisi lingkungan dan jadwal yang ditentukan.

Sistem ini berhasil menjawab tantangan perawatan tanaman aquascape secara otomatis dan efisien. Dengan adanya sistem ini, pengguna dapat menjaga stabilitas lingkungan akuarium meskipun memiliki keterbatasan waktu untuk pemantauan harian.

### Hasil Perancangan Sistem

Proses perakitan sistem dilakukan setelah seluruh komponen tersedia dan konfigurasi koneksi antarkomponen dirancang sesuai kebutuhan fungsional. Tahapan ini bertujuan membangun sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi untuk perawatan tanaman *Anubias Nana* pada aquascape. Gambar 3 menunjukkan hasil akhir perakitan sistem yang telah terpasang dan terhubung langsung ke media akuarium.



Gambar 3. Perakitan Alat

Tahap awal dimulai dengan memastikan bahwa seluruh komponen terhubung secara tepat dan stabil ke mikrokontroler ESP32 Devkit V4 yang berfungsi sebagai pusat kendali. Penentuan konfigurasi pin, penyesuaian tegangan, serta penempatan antarmuka komunikasi (seperti I2C) dilakukan secara sistematis untuk menjamin stabilitas dan akurasi sistem. Rincian alokasi pin GPIO yang digunakan ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 2. Alokasi Pin GPIO pada Sistem

Komponen	Type Pin ESP32	GPIO
Sensor Suhu DS18B20	Digital	4
Sensor pH Analog	Analog	34
Relay Kipas	Digital Output	32
Relay Heater	Digital Output	33
Relay pH Up	Digital Output	25
Relay pH Down	Digital Output	26
Relay Lampu	Digital Output	18
Relay Nutrisi	Digital Output	5
Sensor Level Air (Float Switch)	Digital Input	19
Buzzer	Digital Output	23
LED Merah	Digital Output	13
LED Kuning	Digital Output	14
LED Hijau (indikator aktif)	Langsung ke GND/5V	-
RTC DS3231 (I2C)	SDA/SCL	21/22
OLED 1.3" (I2C)	SDA/SCL	21/22

**Catatan:** Komunikasi I2C antara RTC DS3231 dan OLED display dilakukan secara paralel pada pin SDA (GPIO 21) dan SCL (GPIO 22).

### Integrasi Antar Komponen

Tahapan integrasi bertujuan memastikan seluruh perangkat keras dapat berfungsi sebagai satu sistem yang kohesif. Berikut adalah detail koneksi antarkomponen:

#### 1. Koneksi Sensor ke Mikrokontroler

- Sensor DS18B20 menggunakan komunikasi *One-Wire* dengan resistor pull-up 4.7kΩ dan terhubung ke GPIO 4.
- Sensor pH analog terhubung ke pin analog GPIO 34 untuk pembacaan tegangan sebagai representasi nilai pH air.
- Sensor level air (float switch) dihubungkan ke GPIO 19, berfungsi untuk mendeteksi kondisi cairan nutrisi, pH up, dan pH down.

## 2. Koneksi Aktuator ke Mikrokontroler

- Aktuator dikendalikan oleh relay 4-channel yang terhubung ke pin digital GPIO. Relay bekerja dengan logika aktif-LOW, mengendalikan:
  - Kipas pendingin (12V)
  - Heater (220V)
  - Pompa peristaltik untuk pH up dan down (5V)
  - Pompa nutrisi (5V)
  - Lampu LED (220V)

## 3. Komunikasi I2C

- RTC DS3231 dan OLED 1.3 inch menggunakan antarmuka *I2C*.
  - SDA: GPIO 21
  - SCL: GPIO 22
- RTC digunakan untuk penjadwalan otomatis, sementara OLED menampilkan status dan nilai sensor.

## 4. Indikator Visual dan Audio

- LED indikator menunjukkan status sistem:
  - Merah: kegagalan sistem
  - Kuning: proses berjalan
  - Hijau: sistem aktif normal
- Buzzer berfungsi sebagai alarm ketika terjadi kondisi kritis seperti pH ekstrem atau cairan habis.

## Hasil Implementasi dan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fitur dalam sistem kendali otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) bekerja secara terintegrasi dan sesuai dengan logika yang telah dirancang. Implementasi sistem diuji langsung pada aquascape air tawar berisi tanaman *Anubias Nana*, selama 24 jam penuh, untuk mengamati bagaimana sistem merespons kondisi lingkungan aktual. Gambar 4 menampilkan kondisi nyata dari alat kendali otomatis yang telah dirakit dan terhubung langsung ke akuarium berisi tanaman *Anubias Nana*.



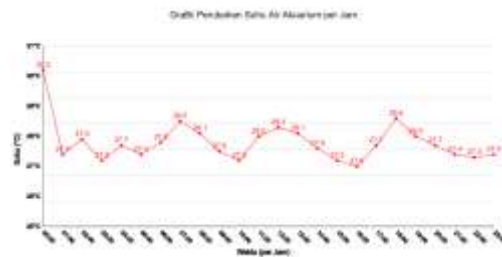
Gambar 4. Implementasi dan Pengujian

Seluruh komponen, seperti sensor suhu DS18B20, sensor pH analog, relay aktuator, serta tampilan OLED telah diobservasi dalam kondisi operasional. Berdasarkan pengamatan melalui Serial Monitor Arduino IDE, diperoleh data sebagai berikut:

- Suhu air sempat mencapai 30.66°C hingga 30.72°C, yang melebihi batas atas 28°C. Sistem secara otomatis mengaktifkan kipas pendingin untuk menurunkan suhu.

- Nilai pH terdeteksi sebesar 11.5, jauh di atas ambang batas optimal. Sistem segera merespons dengan mengaktifkan pompa pH Down.
- Pompa nutrisi tidak aktif karena pengujian dilakukan pada hari Selasa, sedangkan jadwal pemberian hanya pada hari Senin pukul 07.00.
- Lampu LED dalam kondisi ON pada pukul 20.45, sesuai jadwal otomatisasi dari pukul 14.00 hingga 21.00.

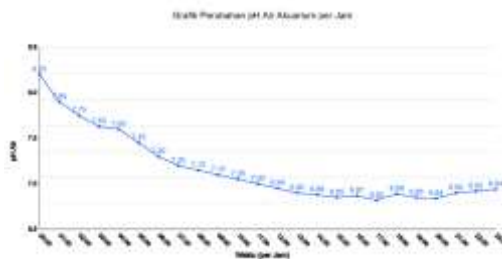
Pengamatan terhadap suhu air dilakukan setiap jam selama 24 jam. Grafik hasil visualisasi data ditampilkan pada gambar berikut:



Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu Air

Pada awal pengujian, suhu air mencapai 30,2°C dan melebihi batas atas. Kipas menyala secara otomatis, dan dengan logika *hysteresis* ( $ON \geq 28^\circ C$ ,  $OFF \leq 27,4^\circ C$ ), suhu berhasil diturunkan dan distabilkan pada kisaran 27,0°C–28,5°C. Penggunaan *hysteresis* ini bertujuan menghindari kerja kipas yang terlalu sering dan menjaga suhu tetap konsisten.

Perubahan pH air juga dipantau setiap jam, dan divisualisasikan pada gambar berikut:



Gambar 6. Grafik Perubahan pH Air

Nilai pH awal mencapai 8.20, lalu secara bertahap diturunkan oleh sistem hingga kembali ke rentang ideal 6.5–7.5. Sistem mengaktifkan pompa pH Down selama beberapa jam berturut-turut. Ketika pH mendekati batas bawah, pompa pH Up bekerja untuk menyesuaikan kembali. Hal ini menunjukkan bahwa sistem koreksi pH bekerja secara dinamis dan akurat.

### Data Hasil Pengujian Sistem

Pengamatan sistem selama 24 jam dilakukan untuk mencatat perubahan nilai sensor dan respons aktuator utama. Ringkasan hasil monitoring disajikan pada Tabel 3, yang mencakup parameter suhu, pH, serta status aktuator seperti kipas, pemanas, pompa, dan lampu otomatis.:

Tabel 3. Hasil Data Sistem

Waktu	T (°C)	pH	Kps	Htr	Nutrisi	pH Koreksi	Lampu
00:00	30.2	8.20	ON	OFF	OFF	Down	OFF
07:00	28.5	7.20	ON	OFF	ON	—	ON
12:00	28.3	6.95	OFF	OFF	OFF	Up	ON
18:00	28.6	6.89	ON	OFF	OFF	—	ON
21:00	27.4	6.90	OFF	OFF	OFF	—	OFF

Berdasarkan data pengamatan selama 24 jam, dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen sistem bekerja sesuai fungsinya:

- Sensor suhu DS18B20 mampu membaca suhu air dengan stabil dan akurat. Selama pengujian di wilayah Surabaya yang memiliki suhu lingkungan cukup tinggi, pemanas (heater) tidak pernah aktif. Namun, fitur ini tetap tersedia dan akan berfungsi optimal di wilayah bersuhu rendah seperti dataran tinggi atau saat musim hujan ekstrem.
- Kipas pendingin aktif secara otomatis ketika suhu air mencapai batas atas ( $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ), menunjukkan bahwa sistem dapat merespons dengan tepat untuk menjaga suhu dalam rentang optimal.
- Sensor pH dan mekanisme koreksi otomatis bekerja dengan baik. Ketika nilai pH keluar dari kisaran ideal (6.5–7.5), sistem mengaktifkan pompa pH Up atau pH Down selama 6 detik untuk mengembalikan pH ke rentang normal.
- Pompa peristaltik nutrisi menyala otomatis pada pukul 07.00 WIB sesuai jadwal dari RTC, dan menyalurkan larutan pupuk selama 6 detik, setara  $\pm 5$  ml.
- Lampu LED beroperasi otomatis dari pukul 14.00 hingga 21.00 WIB, memberikan pencahayaan yang cukup bagi tanaman sesuai siklus yang telah ditentukan.
- Tampilan OLED dan Serial Monitor menampilkan seluruh parameter penting seperti suhu, pH, waktu, dan status aktuator secara real-time, memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan.

Hasil ini menunjukkan bahwa sistem kendali otomatis berbasis IoT telah berfungsi secara andal dan adaptif, serta memiliki fleksibilitas penggunaan untuk berbagai kondisi lingkungan geografis.

## KESIMPULAN

Sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT) yang dirancang berhasil mengotomatisasi perawatan tanaman Anubias Nana dalam aquascape. Melalui integrasi komponen seperti ESP32, sensor suhu, sensor pH, RTC, relay, pompa peristaltik, dan float switch, sistem ini mampu melakukan perawatan secara mandiri tanpa intervensi rutin dari pengguna. Otomatisasi ini memberikan solusi atas keterbatasan waktu dalam merawat tanaman, serta memastikan proses perawatan berlangsung lebih tepat dan terjadwal.

Pengujian selama 24 jam menunjukkan bahwa sistem mampu mempertahankan suhu air dalam kisaran  $22\text{--}28^{\circ}\text{C}$  serta pH dalam rentang 6.5–7.5 secara stabil. Pengaturan suhu dilakukan secara otomatis dengan mengaktifkan pemanas atau kipas berdasarkan data dari sensor suhu, sehingga kondisi termal tetap ideal bagi tanaman. Sementara itu, kestabilan pH dijaga melalui aktivasi pompa peristaltik saat nilai pH terdeteksi keluar dari batas toleransi. Seluruh proses berlangsung secara real-time dan berkelanjutan untuk memastikan lingkungan akuarium tetap optimal bagi pertumbuhan Anubias Nana.

Pemberian nutrisi cair dan pencahayaan juga dikendalikan secara otomatis berdasarkan jadwal yang ditetapkan menggunakan modul RTC. Pompa nutrisi akan menyuplai cairan sesuai waktu yang dijadwalkan, sementara pencahayaan diatur agar sesuai dengan kebutuhan fotosintesis tanaman. Sistem ini dilengkapi notifikasi Telegram yang memberikan peringatan saat nutrisi hampir habis atau air berada di bawah batas aman, sehingga pengguna tetap mendapat informasi penting meski tidak berada di dekat sistem. Dengan pendekatan ini, perawatan tanaman menjadi lebih efektif dan efisien.

Dengan hasil tersebut, sistem terbukti efektif mendukung perawatan aquascape secara efisien. Ke depan, sistem ini memiliki prospek untuk dikembangkan lebih lanjut melalui penambahan fitur seperti *data logging*, integrasi cloud, pengendalian via aplikasi mobile, serta penerapan pada jenis tanaman air lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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>
- [2] 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/>
- [3] Dewi, & F. (n.d.). *PROTOTYPE SMART HOME DENGAN MODUL NODEMCU ESP8266 BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)*. <http://repository.unim.ac.id/id/eprint/265>
- [4] Endryeni, Mayasari, L., & Irwandi. (2024). *INTEGRASI TANAMAN DAN IKAN HIAS DALAM AKUARIUM* (Vol. 1). PT Media Penerbit Indonesia. <http://repository.mediapenerbitindonesia.com>
- [5] 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>
- [6] 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/>
- [7] 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/>
- [8] 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>
- [9] Nuryadi, Haryati, & Indrayani, lilis. (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>
- [10] Pramadana, M. H., Rivai, M., & Pirngadi, H. (2021). Sistem Kontrol Pencahayaan Matahari pada Aquascape. *JURNAL TEKNIK ITS*, 10(1), B15-21. <https://ejournal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/59809/6571>
- [11] 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>
- [12] 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/>

- [13] Ramdani, D., Wibowo, F. M., & Setyoko, Y. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications*, 3(1), 59–68. <https://doi.org/10.20895/INISTA.V2I2>
- [14] Riswandi. (2023, June 21). *Tanaman Anubias: Karakteristik, Cara Menanam, Merawat, dan Budidaya*. Aquair Indonesia. <https://aquair.id/tanaman-anubias-karakteristik-cara-menanam-merawat-dan-budidaya/>
- [15] 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>
- [16] Suryadinatha, I. N. G. (2022). *Kontrol Dan Monitoring Pada Tanaman Air Tawar Aquascape*. Politeknik Negri Bali. <https://repository.pnb.ac.id/id/eprint/3849/>
- [17] 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>
- [18] Wahidin, A. N. (2024, August 27). *Anubias Barteri Var. Nana*. Tanaman Aquascape Id. <https://www.tanamanaquascape.id/anubias-barteri-var-nana/>
- [19] 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. *INSTEK*, 7(1), 136. <https://doi.org/10.24252/instek.v7i1.28871>
- [20] 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>